

جلد ١١
لعددان
١ ، ٢
١٩٩

جامعة حلب ـ سورية
معهد التراث العلمي العربي

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الحادي عشر | العددان الأول والثاني | ٩٥-٩٦-١٩٩٧م

محتويات العدد

القسم العربي

الأبحاث

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

مراجعات الكتب

القسم الأجنبي

Q124.6
J68
11



المحــررون

احمد يوسف الحسن كنـــــدا
رشـــدي راشـــد المركز القومي للبحوث العلمية بباريس ـ فرنسا
خـالـد ماغــوط معهـد التراث العلمي العربي ـ جامعـة حلب
ســامي شـلهوب معهـد التراث العلمي العربي ـ جامعـة حلب

المحـرر المسـاعد

مصطفـى موالـدي معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب

هيئـة التحرير

احمد يوسف الحسن كنــدا
سامي خلف الحمارنة جامعـة اليرمـوك ـ الاردن
رشـــدي راشـــد المركز القومي للبحوث ـ فرنسا
عبد الكريم شحادة معهد التراث ـ جامعة حلب
سامـي شـــلهوب معهد التراث ـ جامعة حلب
عبد الحميد صبرة جامعة هارفارد ـ أمريكا
ادوارد س. كندي نيوجرسي ـ أمريكا
خـالـد ماغــوط معهد التراث ـ جامعة حلب
دونالــد هيـــل لندن ـ المملكة المتحدة
فيصـل الرفـاعي معهد التراث ـ جامعة حلب

هيئة التحرير الاستشارية

صـــلاح احمـــد جامعة دمشق ـ سورية
البرت زكي اسكندر معهد ويلكوم ـ انكلترا
محمد زهـير البابا جامعة دمشق ـ سورية
عـــادل انبوبـــا بيروت ـ لبنـــان
شنتـــارو ايتـــو جامعة طوكيو ـ اليابان
دافيـــد بينجـري جامعة براون ـ أمريكا
رينيــه تاتــون اتحاد تاريخ العلوم ـ فرنسا
خوان فيرنة جنيس جامعة برشلونة ـ اسبانيا
نشـات الحمارنـة جامعـة دمشق ـ سورية
أ. رحمـــــان نيودلهي ـ الهنـــد
خوليـــو سـامسو جامعة برشلونة ـ اسبانيا
فـــؤاد ســيزكين معهد تاريخ العلوم ـ فرانكفورت
ج. شـــــرام جامعـة توبنجـن ـ المانيا
جـــورج صليبـــا جامعة كولومبيـا ـ أمريكـا
محمـــد عـاصمي الاتحـــاد الســوفييتي
توفيـــق فهـــد جامعة ستراسبورغ ـ فرنسا
هانـــس فـوسينج لايبزج ـ ألمانيا
سلمـــان قطـــاية باريـــس ـ فرنســـا
دافيـــد كنـــج معهد تاريخ العلوم ـ فرانكفورت
جـــون مـردوك جامعة هارفارد ـ أمريكـــا
ريجـس مورلـون المركز القومي للبحوث ـ فرنسا
رايـنر نابيـلك برلـين ـ المانيـا
سيـد حسين نصر جامعـة تابـل ـ أمريكـــا
أ. يـوشـكفيتـش الاتحـــاد الســوفييتي

ساعد في اخراج هذا العدد : شذى فستق ـ مصطفى شيخ حمزه

مجـــلة تاريـخ العـــلوم العربيـــة

تصدر عن معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

يرجى ارسال المقالات والبحوث على نسختين وتوجه المراسلات كافة الى العنوان التالي :

معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

ترسل مبالغ الاشتراكات من خارج القطر بالدولارات الاميركية بموجب شيكات باسم :

الجمعية السورية لتاريخ العلوم

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول (١٩٧٧)، المجلد الثاني (١٩٧٨)، المجلد الثالث (١٩٧٩)، المجلد الرابع (١٩٨٠)،
المجلد الخامس (١٩٨١)، المجلد السادس (١٩٨٢)، المجلد السابع (١٩٨٣)،
المجلد الثامن (١٩٨٤)، المجلد التاسع (١٩٩١)، المجلد العاشر (٩٢ ـ ٩٣ ـ ١٩٩٤).
المجلد الحادي عشر (٩٥ ـ ٩٦ ـ ١٩٩٧).

سعر المجلد الواحد ١٢٠ ل.س أو ٣٠ دولارا امريكيا .

الاسعار المبينة أعلاه لا تشمل أجور البريد .

كافة حقوق الطبع محفوظة لمعهد التراث العلمي العربي .

مطبعة جامعة حلب

التوائم الملتصقة (السيامية)

في التراث العربي الإسلامي

محمود الحاج قاسم محمد *

المفهوم الحديث للتوائم :

من المعروف علمياً اليوم أن الإنسان يبدأ وجوده في الحياة كخلية مفردة هي البويضة الناضجة تتحد مع حيوان منوي ناجح سريع الحركة ، وباتحادهما تتكون البويضة (الزيكوت) ، وباندماج النواتين في هاتين الخليتين بما فيهما من الكروموسومات الحاملة للمورثات (الجينات) تنشأ جميع المعطيات الوراثية والعقلية للوليد .

أما حدوث التوائم فيكون نتيجة تغيرات في عدد البويضات المخصبة أو في انقسام البويضة المخصبةالواحدة ، وعلى ذلك يمكن تقسيم التوائم إلى ثلاثة أنواع :

١ - التوائم المتآخية (غير المتشابهة) :

وهي تحدث نتيجة تلقيح بويضتين أو أكثر تفرزهما المرأة وتلقح كل بويضة بحيوان منوي . وتنمو هذه الأجنة وتلدها المرأة . ويكون التوائم غير متشابه إلا بمقدار ما يتشابه الأخوة من أب وأم .

٢ - التوائم المتطابقة (المتشابهة) :

وهي تحدث نتيجة تلقيح بيضة واحدة بحيوان منوي واحد وفي مرحلة الأنقسام (الأنشطار) cleavage أو ما بعدها ، تنفصل (تنقسم) الخلايا لتكون كل مجموعة منها إنساناً كاملاً .

* الحي الزراعي ٢٤٣ - الموصل - العراق

وهنا تتجلى مشيئة الله سبحانه وتعالى وإرادته ، فلا أحد يعرف على وجه التحديد سبب هذا الانفصال ، فالبعض يتصور أن هذا يحدث بسبب اضطرابات هورمونية ، والبعض يظن أن السبب يرجع إلى ميل وراثي للإنقسام عند البويضة .

« وهذه التوائم تكون متماثلة حتى يمكن اعتبارها إنساناً واحداً في الأصل ، لكنه ظهر على الأرض بشكل إنسانين تماماً من حيث الجنس ومن حيث الصفات الوراثية . ولهذا فإن التوائم تستطيع أن تتقبل الأعضاء من مثيلها التوأم دون رفض ولذا لا تحتاج إلى عقاقير خفض المناعة في هذه الحالة . ومع هذا فهناك من الفروق الدقيقة ما يجعلهما شخصين وليسا شخصاً واحداً (مثل بصمات الأصابع) وان كان الطب لا يستطيع تعليل هذه الفروق الدقيقة .

ويحدد وقت انفصال البويضة الملقحة مدى الإتصال بين هذه التوائم . فإذا كان الإنفصال مبكراً أي بعد التلقيح بقليل فإن كل جنين سيحمل غشاء سلي (امنيون) وغشاء المشيمة (كوريون) وتكون كل مشيمة منفصلة عن الأخرى .

أما إذا كان الإنفصال في مرحلة الكرة الجرثومية فإن التوائم يشتركان في غشاء مشيمي واحد وإن كان لكل واحد منهما غشاء سلي .

أما إذا كان الإنفصال متأخراً في مرحلة تكون اللوح الجنيني Germinal Disc فإن ذلك يؤدي إلى تكون جنينين بكيس سلي واحد وغشاء مشيمي واحد لهما جميعاً »[1]

٣ ـ التوائم الملتصقة = المتصلة = السيامية :

وهذه التوائم هي نوع من التوائم المتطابقة (المتشابهة) إلا أن انفصال (انقسام) البويضة الملقحة (في مرحلة تكون اللوح الجنيني) غير تام ، الأمر الذي يؤدي إلى ولادة توائم ملتصقة (متصلة Twins Conjoined) وهي التوائم المعروفة باسم (السيامية) ، وقد سميت كذلك لإن اشهر

(١) البار ـ د. محمد علي – الجنين المشوه والأمراض الوراثية ـ دارة المنارة ـ جدة ـ الطبعة الأولى ١٩٩١ ص ٥٤ .

هذه الحالات في العصر الحديث كانت لتوائم من سيام (تايلند الحالية)[2]. وقد يكون الإتصال في الرأسين Cranio Pagus أو من الصدر من الجهة الأمامية Thoraco pagus أو من الظهر Pyo Pagus .

المفهوم القديم للتوائم لدى الأطباء العرب والمسلمين

تخبط الأطباء العرب والمسلمون ومن قبلهم اليونانيون في مجال الدراسات الجنينية ، وبقي الغربيون كذلك حتى بعد اختراع المجهر بحوالي مائتي سنة. « وكان هوجوفون موهل ١٨٠٥ - ١٨٧٢م، أول من استعمل كلمة بروتوبلازم ، وظهر الرأي القائل أن البروتوبلازم هو أساس الحياة وأن كل كائن حي يتوالد من بويضة مخصبة وأنه يتوالد من كائن حي سابق »[3].

ولأجل اعطاء فكرة عن رأي الأطباء العرب والمسلمين حول ذلك نكتفي بنقل قول عريب بن سعد القرطبي في كتابه **خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** حيث يقول :

« وقد يكون بإذن الله عز وجل من جماع واحد ولدان وثلاثة أولاد . قال بعض الأوائل إذا وقع المني في رحم حارة جدا انقطع صغاراً وتفرق فرقتين وثلاث فرق فيكون من ذلك الأثنين والثلاثة اجنة . وقال بعضهم ان المني إذا وقع في الرحم وتجزأ مال إلى الزاويتين اللتين فيه فكان من ذلك التوأمان » .

«واعلم أن التوأمين يكونان من مني واحد فإذا وقعا في مخبأ الرحم وقبلاه ولم يفرغ احدهما في صاحبه فإن يبقى في المخبأين كليهما ويصير لهما حجب تحفظهما ... »

ثم يقول : « قد فهمنا بعلمنا أنه ليس يكون التوأمان والثلاثة من كثرة المني ، يكون من مني واحد بينهما حجب تكتنفه على حده ويولدون في ساعة واحدة فيخرج الأول فالأول وتخرج مشيمته لخروجه. وأيضا « إذا خرج المني كله قوياً فبجميع ما يحمل منه واحدا كان أو اثنين أوثلاثة يكونون

(٢) « ولد هذان التوأمان (تشاغ ، انج) في ١١ / ٥ / ١٨١١ وكانا ملتصقين من جانبيهما . ذهبا إلى أوربا وأمريكا عام ١٨٢٩ وتزوجا بشقيقتين في عام ١٨٤٣ وانجب الأول سبعة أولاد وخمس بنات وانجب الثاني سبعة بنات وثلاثة أولاد وكان جميع أطفالهما طبيعين . وفي ١٧ / يناير / ١٨٧٤ مات تشاغ نتيجة جلطة في المخ ، وبعد ثلاث ساعات لحق به اخوه انج اللاصق به » . البار - د . محمد علي **الجنين المشوه والأمراض الوراثية** ص ٥٨ .

(٣) صالح ، - د . أحمد عزت عشمان - « رحلة الجنين في ضوء الإسلام » - مقال **مجلة الفيصل** السعودية العدد ٤٠ - السنة ١٩٨٠

ذكوراً كلهم . وإذا وقع المني خفيفاً رطباً كان منه الإناث واحدة واثنتين أو ثلاثاً ...» [4]

التوائم الملتصقة في التراث العربي الإسلامي :

إن التوأمين السياميين (الملتصقين) ليسوا أقدم التوائم المعروفة في التاريخ ، حيث ان كتب الطب والتاريخ العربي الإسلامي تزخر بالعديد من الحالات المماثلة والمسجلة بشكل موثق وقبل مئات السنين، إلا أن أحداً لم يتناول هذه المسألة بالبحث والإستقصاء . وقبل ذكر الحالات الحقيقية التي وردت في كتب الترا ث نذكر رواية لم تثبت لدينا صحتها ، وهي تقول :

إن أقدم حالات التوائم الملتصقة كان موجوداً منذ عهد آدم عليه السلام وحواء ، حيث « تذكر كتب الأنساب أن لآدم ـ أبو البشر ـ بنتاً اسمها (عناق) ، وان هذه البنت كانت مشوهة الخلقة ، إذ كان لها رأسان . وفي أيديها عشرة أصابع »[5]. أما التوائم الملتصقة التي استطعنا جمعها من تلك الكتب فهي :

١ ـ ذكر الأمير الصنعاني [6] في كتابه **الروضة الندية في شرح التحفة العلوية** عدة روايات عن أجنة ملتصقة في أيام عمر بن الخطاب رضي الله عنه فاختار فيها عمر والصحابة رضي الله عنهم ولم يعرفوا كيف يقسمون لها الميراث ، فجاء علي كرم الله وجهه وحكم في القضية . قال الأمير الصنعاني :

« وعن سعيد بن جبير قال أتي عمر بن الخطاب بإمرأة قد ولدت ولداً له خلقان بدنان وبطنان وأربعة أيد ورأسان وفرجان. هذا في النصف الأعلى ، فأما الأسفل فله فخذان وساقان ورجلان مثل سائر الناس، وطلبت المرأة ميراثها من زوجها الذي توفي وهو أبو ذلك الخلق العجب ، فدعا عمر بأصحاب رسول الله صلى الله عليه وسلم فشاورهم فلم يجيبوه بشيء . ودعا علي بن أبي طالب رضي الله عنه فقال علي رضي الله عنه أن هذا أمر يكون له نبأ، فأحبسها واحبس ولدها واقبض مالهم واقم من يخدمهم وانفق عليهم بالمعروف

(٤) **القرطبي** ـ عريب بن سعد ـ **خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** ـ تصحيح وتعليق نور الدين عبد القادر ، والحكيم هنري جاهيه ـ مكتبة فراريس ـ الجزائر ١٩٥٦ ص ٢٤ ـ ٢٥.

(٥) **مجيد ـ فريد ـ كتاب غرباء وخارقون ودخلاء** ـ مطبعة أسعد ـ بغداد ١٩٨٩ ص ٩٩ .

(٦) **الصنعاني** ـ محمد بن اسماعيل الأمير ـ **الروضة الندية في شرح التحفة العلوية** ـ بإشراف أحمد الشامي ـ الدار اليمنية للنشر ١٩٨٥ ص ١٧٤ـ١٧٥ .

(ليس المقصود هنا بالحبس وضعهم في السجن وإنما وضعهم في منزل خاص بهم في المدينة المنورة ففعل ذلك عمر رضي الله عنه ، ثم ماتت المرأة وشب الخلق وطلب الميراث ، فحكم له علي رضي الله عنه بأن يقام له خادم خصي (لأن الخلق كان انثى) يخدم فرجيه ويتولى منه ما يتولى مالا يحل لأحد ، ثم أن أحد البدنين طلب النكاح . . . فقال علي ، الله أكبر إن الله احلم وأكرم من أن يرى عبده اخاه وهو يجامع أهله ، ولكن عللوه ثلاث (أي تعللوا له بالأعذار لمدة ثلاثة أيام) فإن الله سيقضي قضاء فيه ، ما طلب هذا الطلب إلا عند الموت ، فعاش الخلق ثلاثة أيام ومات . فجمع عمر أصحاب رسول الله ﷺ وشاورهم ، فقال بعضهم اقطعه حتى يبين الحي من الميت فنكفنه وندفنه ، فقال عمر أن هذا الذي أشرتم أعجب ، أن يقتل حيا ، بحال ميت . . وضجَّ الجسد الحي وقال حسبكم تقتلونني وأنا أشهد ان لا إله إلا الله وأن محمداً رسول الله ﷺ وأقرأ القرآن ، فبعث إلى علي وقال أبا الحسن احكم فيما بين هذين الخلقين ، فقال علي رضي الله عنه الأمر فيه أوضح من ذلك وأسهل ، وإن الحكم أن تغلوه وتحنطوه وتكفنوه وتدعوه مع ابن أمه يحمله الخادم إذا مشى ويعاون عليه أخاه . فاذا كان بعد ثلاث جفّ فإقطعوه جافاً ويكون موضعه لا يتألم ، لأني أعلم أن الله لا يبقي الحي بعده أكثر من ثلاث لئلا يتأذى من رائحة نتنه وجيفته، ففعلوا ذلك فعاش الآخر ثلاثة أيام ومات فقال عمر رضي الله عنه : عنك ياابن أبي طالب فمازلت كاشف كل شبهة وموضح كل حكم » .

وهكذا نجد بإن هذه القصة تشبه إلى حد ما قصة التوأمين السياميين ونهايتهم ، ولا شك أنهما أقدم من السياميين بثلاثة عشر قرن .

٢ - وذكر القزويني [٧] في كتابه **عجائب المخلوقات** :

« ومنها ماروى عن الشافعي رضي الله عنه قال دخلت بلدة من بلاد اليمن فرأيت فيها إنساناً من وسطه إلى أسفله بدن امرأة ومن وسطه إلى فوقه بدنان مفترقان بأربع أيد ورأسين ووجهين وهما متقابلان ويأكلان ويشربان ويغضبان ويصطلحان ثم غبت عنهما سنين ورجعت فقيل لي أحسن الله عزاءك في أحد الجسدين فتوفي وربط من أسفله بحبل وشد وترك حتى ذبل ثم قطع فعهدي بالجسد الآخر في

(٧) القزويني - زكريا بن محمد بن محمود - عجائب المخلوقات والحيوانات وغرائب الموجودات - المكتبة الإسلامية (الجزء الثاني) ص ٣٩٢ - ٣٩٣

السوق ذاهباً وجائياً » .

وهذه ربما هي أقدم محاولة ناجحة لفصل توأمين ملتصقين في التاريخ .

بينما تذكر المراجع الطبية الغربية بأن أول عملية فصل ناجحة لتوأمين ملتصقين بحاجز جلدي بسيط في منطقة البطن قام بها كونيك [8] ، في ألمانيا سنة (١٦٩٠) . وفي سنة (١٨٦٠) تمكن بويم [9] في فصل توائم ملتصقة من جانب البطن وقد توفي أحدهم بعد (٣) أيام والآخر بعد (٥) سنوات .

٣ ـ التوائم الملتصقة التي ذكرها عريب بن سعد القرطبي في كتابه **خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** [10] .

أ ـ « فمن بعض ذلك توأمان ولدا ملتصقا بطونهما ووجوههما بعضهما إلى بعض » .

ب ـ « وصبي ولد برأسين » .

ج ـ « وحدث محمد بن وضاح أنه ركب بحر القلزم مع رجل من التجار فأخبره أنه رأى بناحية اليمن بموضع يعرف بدهلك جاريتين مملوكتين لشخص كل واحدة منهما تامة الصورة برأس وسمع وبصر ويدين وبطن وفرج ، ثم ترجعان في اسفلهما إلى رجلين اثنتين كأنهما شخص واحد وكأنهما غير ناطقتين . وحكى التاجر أنه اشتراهما ليأتي بهما مكة ... ولم يقع في حديث وضاح إن كانتا ماتتا أوعاشتا » .

٤ ـ الحالة التي شاهدها الرازي في البيمارستان في بغداد يقول ابن أبي اصيبعة [11] في كيفية تعلق الرازي بدراسة الطب « ودخل تارة أخرى إلى هذا البيمارستان ، فرأى صبياً مولوداً بوجهين ، ورأس

(8) *Scammon* , R . E .
Fetal Malformation in Abts , Pediatrics P . 678 Philadelphia , W - B Saunders

(9) *Kiese wellar , w B . Surgery on conjointed (Siamese) twins Pediat.* surgery, 59 : 860 - 871 1966

(١٠) **القرطبي** ـ عريب بن سعد ـ **كتاب خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** ـ المصدر السابق ص ٣٢ .

(١١) **ابن أبي اصيبعة** ـ موفق الدين أبي العباس ـ **عيون الأنباء في طبقات الأطباء** ـ دار الفكر ـ بيروت ١٩٥٦ ج٢ ص ٣٤٣ .

واحد ، فسأل الأطباء عن سبب ذلك فأخبر به فأعجبه ما سمع ، ولم يزل يسأل عن شيء ويقال له ، وهو يعلق بقلبه ، حتى تصدى لتعلم الصناعة » .

٥ ـ الحالة التي ذكرها التنوخي (المتوفي ٣٨٤ هـ) [١٢] :

« حدثنا جماعة كثيرة العدد من أهل الموصل وغيرهم ممن كنا نثق بهم ويقع لنا العلم بصحة ما حدثوا به ـ لكثرته وظهوره وتواتره ـ أنهم شاهدوا بالموصل ، سنة نيف وأربعين وثلاثمائة ، رجلين انفذهما صاحب أرمينية إلى ناصر الدولة للاعجوبة فيهما . وكان لهما نحو من ثلاثين سنة ، وهما ملتزقان من جانب واحد ، ومن حد فويق الحقوالى دوين الابط وكان معهما أبوهما ، فذكر أنهما ولدا كذلك .

وكنا نراهما يلبسان قميصين أو سروالين ، كل واحد منهما لباسه مفرد إلا أنهما لم يكن يمكنهما ـ لا لتزاق كتفيهما وايديهما ـ المشي ، لضيق ذلك عليهما ، فيجعل كل واحد منهما يده التي تلي أخاه من جانب الالتزاق خلف ظهر أخيه ويمشيان كذلك ولا يمكن أحدهما التصرف إلا إذا تصرف الآخر معه .

وان أباهما حدثهم أنه لما ولدا ، أراد أن يفرق بينهما فقيل له إنهما يتلفان لأن التزاقهما من جانب الخاصرة ، وأنه لا يجوز ان يفصلا فتركهما فاجازهما ناصر الدولة ، وخلع عليهما وكان الناس بالموصل يصيرون إليهما فيتعجبون منهما ويهبون لهما . قال أبو محمد ـ وأخبرني جماعة ـ أنهما خرجا إلى بلدهما فاعتل أحدهما ومات ، وبقي أياماً حتى أنتن وأخوه حي لا يمكنه التصرف ولا يمكن الأب دفن الميت إلى أن لحقت الحي علة من الغم والرائحة فمات أيضاً ، فدفنا جميعاً . وكان ناصر الدولة قد جمع لهما الاطباء وقال هل من حيلة في الفصل بينهما ؟ فسألهما الاطباء عن الجوع هل تجوعان في وقت واحد ؟ فقال إذا جاع الواحد منا تبعه جوع الآخر بشيء يسير من الزمان ، وإن شرب أحدنا دواء مسهلاً ، انحل طبع الاخر بعد ساعة ، وقد يلحق أحدنا الغائط ولا يلحق الآخر ، ثم يلحقه بعد ساعة .

(١٢) التنوخي ـ القاضي أبي الحسن ابن علي ـ نشوار المحاضرة وأخبار المذاكرة ـ تحقيق عبود الشالجي المحامي ١٩٧٢ ج٤ ص ٢٤٠.

فنظروا فاذا لهما جوف واحد وسرة واحدة ، وكبد واحد وطحال واحد وليس في موضع الالتصاق اضلاع فعلموا أنهما أن فصلا تلفا .

ووجدوا لهما ذكرين وأربع بيضات ، وكان ربما وقع بينهما خلاف وتشاجرا ، فتخاصما أعظم خصومة حتى ربما حلف أحدهما لا يكلم الآخر أياماً ثم يصطلحان . » .

المصادر الغربية تشير إلى أن أقدم ماذكر من حالات التوائم الملتصقة في المراجع الطبية حالة عرضت في القسطنطينية [13] سنة ٩٤٥م / ٣٣٤ هـ (constantinople) وهذا التاريخ قريب من التاريخ للحالة التي ذكرناها هذه وربما هي نفس الحالة خاصة وان التوأمين اللذين ذكرهما التنوخي عاشا لفترة تزيد على الثلاثين سنة .

٦ ـ الحالات التي جاء ذكرها في **كتاب الكامل في التاريخ** لابن الأثير :

أ ـ ذكر في حوادث سنة ٤٥٨ هـ / ١٠٦٥ م [14]

« وفيها ولدت صبية بباب الأزج (في بغداد) ولداً برأسين ورقبتين ووجهين ، وأربع أيد على بدن واحد »

ب ـ وذكرفي حوادث سنة ٥٩٧ هـ / ١٢٠٠ م [15]

« وفيها ولد ببغداد طفل له رأسان ، وذلك أن جبهته مفروقة بمقدار ما يدخل فيها ميل » .

ج ـ وذكر في حوادث سنة ٦٠١ هـ / ١٢٠٤ م [16]

« وفي هذه السنة ولدت امرأة ببغداد ولداً له رأسان وأربع أرجل ويدان ومات في يومه » .

(13) *Rawings* . E . E . and *warwick A case of conjoint twins* J. obsltet . Gynoecal . Br . Ennp - 58 : 452 - 4551 1951

(١٤) **ابن الاثير** ـ عز الدين أبي الحسن علي ـ دار صادر ـ بيروت ج ١٠ ص ٥٢

(١٥) المصدر نفسه ج١٢ ص ١٧١

(١٦) المصدر نفسه ج١٢ ص ٢٠٦

اللاحتمية في الرياضيات
عند السموءل المغربي

ابراهيم كرّو *

يعتبر العلماء المعاصرون أن أهم إسهامات العرب في مجال العلوم هي إسهاماتهم الرياضية ومن أهم إسهامات العرب في الرياضيات هي إسهاماتهم في فلسفة ومنطق الرياضيات وليس ذلك بشيء عابر لأن الفلسفة والمنطق هما اللذان يحددان مجال تطبيق الرياضيات كما يضعانها تحت المجهر لتصحيح أخطائها ويدرسان خطة سيرها ومستقبلها فهما اللذان قادا العلماء إلى التفكير بالهندسة اللاإقليدية التي كانت لهم إسهامات كبيرة فيها والتي قلبت الرياضيات الحديثة لا بل والفيزياء الكونية.

وقد عرضنا ذلك في عدة مقالات (1,3) ، تدور هذه المقالة حول إسهامات السموءل المغربي في كتابه الباهرفي الجبر (4) ، في هذا المجال الحديث وبالتحديد مسألة اللاحتمية undecidability في المنطق الرياضي الحديث وتتساءل اللاحتمية عن وجود منهج أو خوارزمية رياضية تطبق على نظريات مجال رياضي معين لتقسمها إلى فئتين صحيحة أو خاطئة .

وقد وضع الارهاصات الأولى لذلك الرياضي الألماني الكبير ديفيد هلبرت في أوائل هذا القرن . لقد تساءل هلبرت هل يمكن وضع برنامج يستطيع من خلاله برمجة أو أتمتة أو تبديه نظرية الأعداد ، بحيث يمكننا من خلال هذا البرنامج أن نحدد كل المسائل أو النظريات الحسابية الصحيحة ؟ وبالفعل وضع هلبرت نظاماً اكسيومياً لذلك ـ إلا أنه في الثلاثينات من هذا القرن تصدى له عالم الرياضيات

* حلب ـ النيال ـ شارع الأميري . ألقي البحث في المؤتمر السنوي الثامن عشر لتاريخ العلوم عند العرب بحلب في تشرين الأول ١٩٩٥ م

مجلة تاريخ العلوم العربية ـ المجلد الحادي عشر ، ١٩٩٥ ـ ٩٦ ـ ٩٧م ص ١١ ـ ١٧ .

الأميركي التشيكي الأصل ـ كودل ـ بنظريته الشهيرة المسماة بنظرية عدم التمام incompleteness فقوضت دعائم مشروع هلبرت لأنها أوردت عبارة حسابية لا يمكن البت فيها أي لا يمكن برهانها أو دحضها من خلال تلك المسلمات أو البديهيات الأولية في النظام الصوري .

هذا عرض تاريخي عام لمسألة اللاحتمية . وأساليبها رياضية بحتة ومعقدة ولا مجال لنا هنا للدخول في تفاصيلها الرياضية . ولكن سنكتفي هنا بما يخص عالمنا العربي السموءل .

لقد ادعى محققا كتاب السموءل ـ رشدي راشد وصلاح أحمد ـ أنه تكلم في كتابه **الباهر في الجبر** عن موضوع اللاحتمية في الطروحات الثلاثة التي جاءت في آخر كتابه . وسنحاول في هذا المقال أن نجيب على هذا الادعاء . بأن نحلله كما ورد في بيئته التاريخية ونقارن ذلك بوقائع المنطق الرياضي الحديث .

تعريف بالعالم وواقع العلم :

توفي السموءل المغربي عام (١١٧٥ م .) في مدينة فاس بالمغرب لابوين يهوديين واعتنق الإسلام وعاش في بغداد ثم في مراغة بأذربيجان حيث كُرّم كثيراً ، ساهم السموءل إسهامات هامة في الجبر حيث تابع خطة الكرجي وتأثر ببحوثه في حسنة الجبر كثيراً .

أما بيئته العلمية فتتصف في ذلك الزمان بدراسة أسس ومنهجية الرياضيات كما فعل الرياضيون العرب في وضع أسس فلسفية للرياضيات فدرسوا التحليل والتركيب ونقلوه من الهندسة إلى الجبر وهو عمل هام في نظرية البرهان الرياضي . وقد تحدث السموءل في كتابه المذكور عن علاقة التحليل بالجبر وقد عالجنا في مقال آخر إسهامات بعض العلماء العرب كالكندي والبيروني وابن الهيثم في قلب أسس الهندسة الاقليدية (3) إلى جانب إسهامات ثابت بن قرة والطوسي . نذكر بعض هذه الإسهامات .. **حل شكوك كتاب إقليدس** لابن الهيثم وآخر للطوسي في نفس الموضوع . فلا تستغرب أن يضع السموءل كتابه في الجبر الحسابي ناظراً إلى مبادئه الأولية وأسسه .

كانت لهذه المرحلة من التأسيس الرياضي عندالعرب مرحلة مشابهة في الغرب بعد ظهور الهندسة اللاإقليدية في القرن التاسع عشر وكان العلماء الألمان هم أهم من عمل في حقل الأسس كما

رأينا عند هلبرت الذي وضع أسس أكسيومية للهندسة ثم انتقل إلى الحساب محاولاً تعميم برنامجه. لكن محاولاته فشلت فشلاً ذريعاً على يد كودل كما رأينا .

ننظر من هذا المنظار إلى حقبة تاريخية في الرياضيات العربية يحاول فيها عالمنا السموءل تصنيف المسائل الجبرية الحسابية إلى ثلاث فئات : واجبة - وممتنعة - وممكنة .

الواجبة هي التي يقع الباحث على برهان لها . كالمعادلات التي لها حل واحد والممتنعة هي التي يستحيل وجود برهان لها كالمعادلات لتي لا حل لها . أما النوع الثالث من المسائل فهي الممكنة « التي لا يوجد برهان على وجودها ولا على عدمها » (أو لا يوجد برهان على وجود حل لها أو امتناعه) . وهي حسب تعبيره أن الرياضي " لا يجد برهاناً على وجودها ولا على عدمها أو امتناعها فهو إذاً جاهل بها قيسميها ممكنة (بأنه) لم يبرهن على وجودها وعدمها لأن ذلك مؤد إلى أن الموجود معدوم والواجب ممتنع وهو محال " .

نتوقف لتحليل هذا النص فنجد أنه يعرض حالة الرياضي الذي لا يستطيع حل المسألة بل يقف محتاراً أمام توكيدها أو نفيها - ويستعمل لذلك لفظة - جاهل - فهذا لا يمكن أن يعني اللاحتمية ولأن في اللاحتمية يكون الرياضي عالماً - أي يبرهن أنه لا يوجد برهان لإثباتها أو دحضها .

وهنا يقع السموءل في خطأ ظاهري فهو يقول بعد قليل إن الممكنة هي مالا يستحيل عدمها ولا وجودها - أي يمكن أن تكون موجودة وغير موجودة في آن واحد وهذا تناقض أي (A ٨٦ A) . بينما تعريفه الأول هو ما يمكن أن يكون موجوداً أو غير موجود أي (A ٧٦ A) وهما ليسا متعادلين بل متناقضين . وهو ينفي من الموجودة المسائل السيالة وهي التي لها أكثر من حل .

يعود هذا التناقض الظاهري في بحث السموءل لأنه لم يستعمل اصطلاحات المنطق الرمزي لكن بالنظر لاستعماله المنطق الشرطي في تعبيره قد نعتقد أن السموءل عني ما يلي : إذا لم نبرهن (A ٧٦ A)فلن نستطع أن نبرهن (A ٨٦ A) وهنا اللاحتمية أي قد لا تستطيع برهان أياً من الحدين الأخيرين . ولكن هذا الاعتقاد يعتمد على مفهوم إيجابي للاحتمية وليس سلبياً كما ورد عنده . وخاصة يعتمد على التمييز بين مفهومي النحو والدلالة أي المعنى - (syntax , semantics) كما سنرى .

وهنا تأخذ الإمكانية معنى اللاحتمية والاستقلالية بمعناهما الحديث . لذلك نعتقد أنه استنتج من المقدمة إمكانية وجود A أو A ٦ فقط وليس الإثنين معاً كما في حالة الاستقلالية .

الآن نحاول أن نفهم دور المثالين اللذين يعطيهما السموءل . الأول عن المسائل السيالة : مثال ذلك أن نجد عددين نسبة احدهما للآخر كنسبة مربع إلى مربع . أي :

$$a^2 / b^2 = x / y$$

" فقوم يعتبرونها من الممكنات " . " لانه يستحيل عدمها " لكنه يعتقد أنها سيالة لأن لها عدة حلول مثلاً $y = 4x$ و $y = 9x$.

أما المثال الآخر فهو للمسألة الواجبة : نريد إيجاد عددين ضرب الواحد بالآخر 100 . هذه المسألة واجبة لأنها لها حل واحد هو 5 x 20 لكننا نعرف أنه هناك أكثر من حل لعددين جداؤهما مئة فكيف يقول السموءل أنها واجبة أي لها حل واحد فقط . يجيب على ذلك السموءل : ان الجواب في نفس السائل فإذا تطابق العددان مع العددين الذين في نفس السائل فهي واجبة . فوجه الامكان هو تطابق جوابنا مع ما في نفس السائل أم عدمه عندما يكون قد ضمر 50 x 2 . ولذلك فهو يدخل مسائل نفسية في الرياضيات كاستخراج المضمر وكانت هذه العادة عامة في زمانه . وليس لها علاقة باللاحتمية .

ثم ينتقل إلى المسائل الممتنعة ، فيقول هي نوعان :

الممتنعة من جهة تحديدها . يعطي لذلك مثال عددين نسبتهما لبعضهما كنسبة مربع لمربع وجداؤهما مربع . فمعطيات المسألة التي تحدد العددين لا يمكن أن تتحقق .

أما النوع الثاني فهي الممتنعة من جهة مفروضاتها ومطلوبها فالامر هنا لا يتعلق بالتحديد أو التعريف بل بشروط ثانية يجب أن تتحقق . وهذه الشروط هي ثوابت اضافية إذا تغيرت هذه الثوابت يمكن للمسألة أن تتحقق . كالمثال التالي : نريد أن نجد عددين مربعين يكون مجموعهما مساوياً لمجموع جذريهما وجداؤهما 72 . وهذا محال .

من وجهة نظر الجبر الحديث لا يوجد خلاف معرفي بين النوعين من الامتناع الذين أوردهما السموءل . لكن لم تكن في زمانه قد أخذت المعادلات الجبرية الموضوعية والتجريدية التي هي عليه

اليوم. فنحن لا نفرق اليوم بين المعادلات على أنها تحديدية أو شرطية كما لا نفرق معاملات المتحولات والثوابت كما يفعل السموءل . إذ أن نظرته للمعادلات الديافنتية كانت تختلف عن نظرتنا . فهو يفرق بين الثوابت بذاتها وبين الثوابت التي ترد كمعاملات في المعادلة . وليس لمسألته هذه أي علاقة بالحوسبة .

أما وقد انتهينا من عرض مسألة السموءل فنعود لتعليقات راشد وأحمد . فهما يقولان إن السموءل استعان بالمنطق الشرطي Modal الذي وضعه أرسطو في تعريفاته الثلاثة التي أوردناها ، هذا صحيح بالنسبة للغة سياق البحث (Metalanguage) . لكن مصطلح الممكن بمعناه الشرطي الارسطي هو غير مصطلح الممكن بتعريف السموءل كما ورد أعلاه . فالواجبة لا تلزم الممكنة شرطياً في التعريفات الثلاث بل هنا الامكانية هي اللاحتمية والاستقلالية . كما يضيفان إن السموءل قارب بين مفهومي الحوسبة Calculability واللاحتمية في المعادلات الجبرية . وجوابنا على ذلك أكيد بالنفي . فالسموءل لم يعطنا أي مثال على مسألة لا حتمية . ولا أنه ادعى بأنه قد توجد مسائل يمكن البرهان أن لا حل لها لأنه فقط استعمل تعبير " يجهل الرياضي حلها " .

أما إذا كان يعني اللاحتمية المطلقة : أي أن هناك مسائل تتصف بأنه لا يمكن اثباتها أو نفيها فالله أعلم ما دار في نفسه ولا يمكن أن نستشف ذلك من أمثلته البسيطة .

مع العلم أن اللاحتمية المطلقة شيء ينفيه المناطقة الرياضيون . أما برهان كودل في اللاحتمية فهو نسبيّ، وليس مطلقاً . ولا يمكننا دمج نتيجة السموءل بالنتائج الحديثة لأن الحتمية النسبية تعتمد على مفهوم التابع العودي Recursive الذي عرفه كليني في أوائل هذا القرن ـ وهو تعريف رياضي معقد ـ وهو حسب أطروحة تشرش مرتبط بمفهوم الخوارزميات الحوسباتية . ولذلك فقد برهن كودل أن هناك مسائل حسابية لا يمكن البت فيها ابتداء من مسلمات معينة فهي لا حتمية .

لكن هذه المسائل تعتمد على مفهومي الحوسبة والعودية بالنسبة للبديهيات التي تبدأ منها والتي، في الواقع قد لا تكون هي نفسها حوسباتية بل هي لا عودية .

* انظر المثال أسفل صفحة ٢٤٩ من المرجع (4) .

نظرية كودل كما قلنا هي في اللاحتمية النسبية ونستطيع القول إن الرياضيين لا يقبلون باللاحتمية المطلقة . فأصحاب المنطق الرياضي عندما يعرفون (N) Theory وهي نظرية كل النظريات الحسابية التي تتحقق في مجموعة الأعداد الصحيحة ، فإنهم يزعمون أنها تامة Complete . وهذا يعني أن كل عبارة في لغة الحساب اما أن تكون صحيحة أو خاطئة ولا ثالث بينهما .

ولذلك نستنتج أن السموءل لم يتحدث عن اللاحتمية بمعناها الحديث وأن عبارة السموءل عن وجود مسائل ممكنة تبقى في مجال الميتافيزيقا وعلم النفس وليست في مجال ابستمولوجيا العلوم الرياضية ـ لأنها غير مدعمة بأمثلة ولا حتى ببحث فلسفي .

نستنتج من كل ذلك أن أهمية بحث السموءل تكمن في إدخاله المنطق والفلسفة بالرياضيات ودرس نظرية البرهان ميتارياضياً metamathematics وإن كان ذلك بطريقة ساذجة نسبياً . ولا نعتقد بدرايته باللاحتمية النسبية أو المطلقة .

ونختتم المقال بادراج مسألة ممكنة أي لا حتمية بالمعنى السموءلي كما نظن . ولا شك أنها تلك المسألة الاشهر في تاريخ الرياضيات والتي اشتغل فيها العلماء لمدة أربعة قرون . الا وهي نظرية فرما ـ فهي مسألة لم يبت فيها حتى الآن وإن كان قد قرب أحد الرياضيين وهو اندرو وايلز من ذلك بل قدم حلا من حوالي مئتي صفحة عام ١٩٩٣ لكن اكتشف فيه ثغرة في عام ١٩٩٤ ولم تلتئم إلى اليوم . ولكن حلها بات قريباً فمتى حُلّت خرجت من طور اللاإمكان السموءلي أو اللاحتمية المطلقة إلى طور الواجبة ولكن وإن حُلّت فقد تظل لا حتمية نسبياً أي بالنسبة إلى أحد الأنظمة الحسابية الضعيفة . مع العلم أنه من الأسئلة المفتوحة إمكانية برهانها في نظام الحساب الباني Peano Arithmetic . فالمسألة اللاحتمية في نظام قد تكون حتمية في نظام أقوى مثلاً إذا كان نظام بديهياته وآلية برهانه أقوى . فاللاحتمية المطلقة تفرض اللاحتمية النسبية والعكس ليس صحيحاً .

وهنالك مثال آخر للاحتمية النسبية في نظام الهندسة الإقليدية فقد ظلت مسألة اشتقاق المسلمة الخامسة من نظام المسلمات الأربعة الأوائل في مجال اللاحتمية البدهية طيلة قرون طويلة إلى أن بُرهِنَت لا حتميتها النسبية على يد لوبا شيفسكي في القرن الماضي .

المراجع

1) Garro , Ibrahim : *Limits Asymptotes and infinities in Arabic mathematics* In preparation .

2) Garro , I . : " The paradox of the infinite by al - Kindi" *J.H.A.S.*: 1994 vol . 10 pp . 111 118 .

3) Garro , I . : " Paradox in Arabic geometry an archeology of scientific discovery " , *Logique et analyse* " 1988 vol . 24 pp 351- 379 .

٤) رشدي راشد وصلاح أحمد ـ الباهر في الجبر للسموءل المغربي . دمشق ١٩٧٢

٥) ادريس لمرابط : مدخل إلى تاريخ الرياضيات بالمغرب العربي . رباط ١٩٩٤

6) *Rashed* , R ; The developement of Arabic mathematics : *between arithmetic and algebra* ; Kluwer - Dodrecht 1994 . -



بغيـــة الطـــلاب
في شـــرح منيـــة الحسّاب

تأليف : ابن غازي المكناسي الفاسي

تحقيق وتقديم : د. محمد سويسي

حلب – معهد التراث العلمي العربي

– طبعة أولى ١٩٨٣

سلسلة مصادر ودراسات في تاريخ الرياضيات العربية–٤

٢٧ × ٢٠ سم ، ٣٥٦ ص

سعر ٧٥ ل.س أو ١٨ دولار أمريكي

مقدمة الكتاب تتضمن دور المغرب العربي في دراسة العلوم ونقلها إلى اللغات اللاتينية والقشتالية والعبرية وسائر اللغات عن طريق مدرسة الترجمة بطليطلة . كما تتضمن تقديماً للمؤلف وأساتذته ومؤلفاته في التاريخ والتراجم والفقه والعلوم الدينية والعروض وفي الحساب والفرائض .

« أرجوزة « منية الحسّاب » لابن غازي المكناسي تشتمل على ٣٣٣ بيتاً وهي كسائر الأشعار التعليميّة . الشرح فيها قيّم مستوف للمادة العلمية الّتي جمعها المؤلف من آراء الذين سبقوه في الرياضيات وسجّل تعليقات أساتذته عليها . كما استنبط أحياناً طرقاً طريفة ذكرها ضمن ماأشار إليه باسم « فتوح الباري » (من مقدمة المحقق) .

د . محمد سويسي : استاذ في كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالجامعة التونسية
دكتوراه دولة في « لغة الرياضيات في العربية » من باريس .

التحديد الدقيق لطول البحر الأبيض المتوسط الذي وصل إليه الفلكيون العرب في الأندلس

ميرسيه كوميز*

الهدف من هذه المحاضرة هو التعريف بأهم مساهمات العلماء المسلمين في مجال الجغرافيا التي تتألف من تصحيح الخطأ الذي اقترفه بطلميوس في تحديد طول البحر الأبيض المتوسط .

وبدون شك إن المعرفة الحالية للكرة الأرضية تم الوصول لها بعد جهود جماعية كبيرة تم تحقيقها عبر العصور . الخطوة الأهم الأولى في هذا التقدم يعود إلى الإغريقيين القدماء الذين كرسوا وقتهم وجهودهم في إغناء التراث الثقافي الذي وصلهم من شعوب أخرى مثل مصر وبابل . من أهم إنجازاتهم كان وبشكل خاص إيجاد علم الجغرافيا الرياضية .

ويوجد إعتقاد بأن العلوم تم إيجادها عند الإغريق وبعد زمن طويل من الظلام استعادتها النهضة الأوربية . هذا الإعتقاد ، مقبول بشكل واسع في القرون الماضية وبشكل محدود في هذه الأيام ، هو غير صحيح إطلاقاً . والتطور الأهم في هذه الجغرافيا الرياضية يعود كما سنرى ، للعرب . وهم نقلوا إلى أوربة ، مع بقية المعارف العلمية ، خريطة للعالم أفضل وأدق من خريطة بطلميوس .

بالرغم من أن الإغريق كان لهم دورحاسم في ولادة هذه الجغرافيا الجديدة المؤسسة على معلومات علمية وقياسات إلى حد ما دقيقة ولكن أوج هذا العلم يعود لبطلميوس الذي عاش في القرن الثاني الميلادي وخاصة في أيام ازدهار العلوم عند الإغريق .

وعمل بطلميوس يتكون ليس فقط من الرصد الفلكي والحساب بل في تجميع معارف العلماء

* جامعة برشلونة - اسبانيا . ألقي البحث في المؤتمر السنوي الثامن عشر لتاريخ العلوم عند العرب بحلب في تشرين الأول ١٩٩٥م .

مجلة تاريخ العلوم العربية - المجلد الحادي عشر ، ١٩٩٥ - ٩٦ - ٩٧ م - ص ١٩ - ٢٨ .

السابقين منتقسا بشكل نقدي أهم التطورات في حقول العلوم التي كان يجيدها : مثل علم الفلك وعلم النجوم وعلم البصريات والموسيقى والجغرافيا .

أسس بطلميوس دراسته للجغرافيا بالمعرفة المحققة بدءا من القرن الرابع قبل الميلاد عندما بدأت فكرة الشكل الكروي للأرض تروج في أذهان العلماء . أي من أيدكسوس (Eudoxos) وبيتآس (Pytheas) وديكايرخوس (Dikaiarchos) في القرن الرابع قبل الميلاد وأراتوستنس (Eratosthenes) في القرن الثالث وإبارخوس (Hiparchos) في القرن الثاني .كلهم حاولوا شرح فكرة شكل الأرض وقياس أبعادها وتقسيمها طولا وعرضا .

وتحديد الإحداثيات الجغرافية من نقطة محددة من الأرض يقتضي استعمال دائرتين بدءا منهما يتم القياس :

أولاً - خط الإستواء الأرضي بدءا منه يتم قياس العروض .

ثانياً - خط مبدأ الطول اتفاقي ولحد ما تعسفي ويستعمل كنقطة بداية لحساب الأطوال .

وبالنسبة للعروض قسم الإغريق الأرض المعمورة عرضاً إلى سبعة مناطق أفقية معروفة بأقاليم وذلك بحسب عدد ساعات النهار الأطول في السنة بدءا من خط الإستواء باتجاه الشمال . ومن بداية كل إقليم إلى نهايته الفرق هو ثلاثون دقيقة .

هذا يعني أن الإقليم الأول يشمل المحلات التي فيها النهار الأطول في السنة يتراوح بين أثني عشرة ساعة وخمسة وأربعين دقيقة وبين ثلاث عشرة ساعة وخمس عشرة دقيقة .

والإقليم الثاني من ثلاث عشرة ساعة وخمس عشرة دقيقة إلى ثلاث عشرة ساعة وخمس وأربعين دقيقة .

وهكذا حتى الوصول إلى خط العرض الشمالي حيث النهار الأطول يدوم ست عشرة ساعة وخمس عشرة دقيقة .

وبالنسبة للأطوال الفلكيون والجغرافيون العرب تبعا للتقليد الهندي كانوا يعتبرون أن الجزء المعمور من الأرض هو نصف الكرة الأرضية الشمالي الذي يمتد تسعين درجة على كل جانب من نقطة

خط الإستواء المسماة قبة الأرض والذي حددوه بمدينة أرين .

و استعمل العرب في البداية مبدأ طول الجزائر الخالدات وهو الذي استعمله بطلميوس بل العلماء الذين عملوا عند المأمون في صنع خريطة جديدة للأرض أدخلوا مبدأ طول ثاني الذي كان يمر بساحل الأطلسي لإفريقيا ، على عشرة درجات نحو شرق خط مبدأ طول بطلميوس ، واستعملوه فقط للمحلات الشرقية بهدف تقصير طول البحر الأبيض المتوسط .

وكتب بطلميوس مؤلفه حول الجغرافيا الذي قدم فيه جداول احداثيات جغرافية تشمل ٨٠٠٠ محلة مع طولها وعرضها بالرغم من أنه هو نفسه اعترف أن بعض المعلومات فقط تم الحصول عليها عن طريق رصد الأفلاك بينما الأغلبية مؤسسة على معلومات وقياسات مسارات الرحلات مأخوذة من رحالة وبحارة .

كل هذا قد وصل إلى معرفة العالم الإسلامي عندما أمر الخليفة المأمون في بداية القرن التاسع الميلادي مجموعة من العلماء أن يرسموا خريطة جديدة للعالم وهذا في الإطار التاريخي والسياسي الذي كان فيه إزدهار اقتصادي واهتمام عظيم بالعلوم .

كل هذا سمح بتحسين المناهج الفنية والفلكية والرياضية بشكل كاف لتحقيق درجة من دقة القياسات لم تكن في متناول يد الإغريق .

وفي ذلك ا لوقت كان للبحر الأبيض المتوسط أهميةاستراتيجية لأن حوله كانت أكبر أجزاء العالم المعمورة المعتبرة من قبل الإغريق والمسلمين وهي أوربا وآسيا وإفريقيا .

كان بطلميوس يعتبر أن طول البحر الأبيض المتوسط الذي يقاس بشكل عام بين طنجة والإسكندرية ، أربع وخمسون درجة وهو في الحقيقة خمس وثلاثون درجة وتسع وثلاثون دقيقة هذا يعني أنه أخطأ بعشرين درجة بالتقريب .

عندما بدأ العلماء المسلمون المجتمعون حول الخليفة المأمون أعمالهم التي تشمل رسم خريطة جديدة للعالم كان أو ل شيء فعلوه هو تحديد وبشكل صحيح دائرة خط الإستواء معتمدين على القياسات الدقيقة التي أخذوها بين مدينة الرقة ومدينة تدمر . وبهذا التحديد أعطوا الأرض حجمها

الحقيقي وأساسا على ذلك بدأوا أعمالهم .

ومع ذلك كانت الطريقتان المعروفتان في القرن التاسع لتحديد طول محلة معينة هما نفسهما في متناول يد بطلميوس :

وهما :طريقة غير دقيقة تعتمد على الثقة بروايات الرحالة ، وطريقة أكثر دقة وهي التحديد المحقق بواسطة رصد خسوف القمر .

المعروف أن الفرق بين طول مدينتين يمكن تحديده عن طريق رصد خسوف القمر في المدينتين اللتين نريد تحديد فرق طولهما . عندما نعرف لحظة الخسوف في كل واحدة منهما فالفرق الزمني يمكن ترجمته في فرق الطول أخذا بعين الإعتبار أن الشمس تسير ثلاثمئة وستين درجة حول الأرض في أربع وعشرين ساعة ولذلك في كل ساعة تسير خمس عشرة درجة .

فالقياس الفلكي الوحيد المعروف عند بطلميوس بالنسبة للفرق الزمني بين بلدين تحقق بين قرطاجة وأربيل بخطأ حولي إحدى عشرة درجة .

وكما نرى الفلكيون العرب توصلوا عن طريق رصد خسوف القمر إلى نتائج أكثر دقة من التي وصلوا إليها الإغريق حيث أجروا تصحيحات مهمة على أطوال بعض المحلات و خاصة على طول البحر الأبيض المتوسط .

هذه الأطوال الجديدة تظهر في كتاب صورة الأرض المنسوب حتى وقت قريب للخوارزمي مع أنه وبشكل أكيد ، عبارة عن وصف لمؤلف مجهول لخريطة الأرض محققة من قبل مجموعة العلماء التابعة لقصر المأمون .

واحدة من أهم التصحيحات التي تظهر في كتاب صورة الأرض هي التي تشير إلى طول البحر الأبيض المتوسط .

وهكذا بينما كان فلكيو المأمون يحافظون على طول مشابه لطول بطلميوس لطنجة (ثماني درجات) كانوا يستعملون مبدأ طول جديد ، تقريبا عشر درجات على شرق مبدأ طول بطلميوس ، لطول الإسكندرية (واحد وخمسون درجة وعشرون دقيقة) محققين بذلك طول البحر الأبيض

المتوسط (ثلاث وأربعون درجة وعشرون دقيقة) مصححين وبحوالي عشر درجات خطأ بطلميوس .

ثم جاء البيروني في بداية القرن الحادي عشر فطور وطبق على الجغرافيا الرياضية النظرية المؤسسة على العلاقة بين أضلاع المثلثات الكروية وزواياها .. وهي الوسيلة لاستخراج أضلاع مثلث كروي بواسطة زواياه . وهذه النظرية قد اكتشفها ثلاثة من أساتذة البيروني وهم أبو الوفاء والخجندي وأبو نصر ابن عراق . وكان البيروني يرجع تلك الأسس إلى الانطلاق من أن «الأربعة الأشياء مشتركة بين مدينتين عرضهما وما بينهما في الطول والبعد .فمهما كان منها ثلاثة معلومة أمكن ... معرفة ا لرابع » .

ومع أن البيروني استعمل هذه الطريقة لتحديد فرق الطول بين غزنة وبغداد محققا دقة كبيرة فهو بحاجة إلى استخراج فروق الأطوال إلى قياس أحد الأبعاد قياسا مسحيا وهذا ما منعه من الحصول على نتائج جيدة في خريطته للأرض . وبالنسبة للأندلس فإن الجغرافا الرياضية ، ككل الفروع العلمية التي ازدهرت ، بدأت من القرن العاشر الميلادي .

مسلمة المجريطي وتلاميذه كانوا الأوائل في تكريس أنفسهم جديا على علم الفلك أول مافعلوا كان ملائمة أول جداول فلكية قد وصلت إلى أيديهم وهو زيج الخوارزمي على نصف نهار قرطبة .

لذلك كان عليهم تحديد فرق الطول بين أرين وهي المدينة التي لها تم حساب الجداول وبين قرطبة .

مسلمة استعمل الطريقة القديمة لخسوف القمر كما فصل تلميذه ابن الصفار في زيجه المختصر حيث أن عمليات المؤسسة على حساب المثلثات الكروية لم تتطور بعد .

وفي تحويله لزيج الخوارزمي مسلمة يستعمل فرق بين قرطبة وأرين بأربع ساعات واثني عشرة دقيقة . هذا يعني ثلاث وسبعون درجة .

ولذلك بحثت في كتاب قانون أبولزر (Oppolzer) خسوفات القمر في زمن مسلمة . وفي هذا الزمان تم حصول أكثر من مئة خسوف قمري لكن حصلت فقط على خسوف واحد من مصدر تاريخي لقرطبة بالرغم أنه من الممكن في دراسة أعمق ربما نستطيع أن نجد أكثر.هذا المصدر هو المقتبس لإبن حيان ، وبشكل محدد فصل الخليفة الحكم الثاني ، ومع أن النص الذي يتكلم عن هذا الخسوف يبدو أن الرازي كتبه .

في هذا النص نجد ذكر خسوف كامل للقمر ليوم الاثنين الرابع عشر من شهر ذو الحجة سنة ثلاثمئة واثنى وستين (الخامس عشر من أيلول تسعمئة وثلاث وسبعين) .

يبدو أن هذا الخسوف تم حصوله في شروط جوية مثالية حتى تم رصده بسهولة وفي رأيي من المستحيل أن يكون مسلمة على علاقة مع شخص كان باستطاعته رصد خسوف القمر في مدينة أرين حيث أنها مدينة شبه أسطورية . مع ذلك كان لدى مسلمة زيج الخوارزمي المحسوب لمدينة أرين . وهو نفس الزيج الذي حوله إلى نصف نهار قرطبة وهذا كان سبب كاف لإحتياج تحديد فرق الطول بين كلا المدينتين .

يبدو أن مسلمة رصد خسوفاً في قرطبة وحسب نفس الخسوف لأرين مستعملا جدول حركة وسط الشمس وجدول حركة وسط القمر تم إعدادهما من قبل الخوارزمي لهذه المدينة .

بالفعل في تحويل الذي لا حظنا في هذا الزيج نجد نوعين من الجداول التي يمكن استعمالها لحساب خسوف القمر

واحد ـ الجداول المذكورة في حركة وسط الشمس وحركة وسط القمر معدة لمدينة أرين ولم يتم تحويلها إلى نصف نهار قرطبة .

اثنان ـ جداول لحساب اقتران أو معاكسة للشمس والقمر لنصف نهار قرطبة وهذا يعني مصححة أو محسوب من قبل مسلمة .

حاسبين هذا الخسوف مع جداول الحركات الأوسط للخوارزمي تثبتنا من أن بعد المحسوب قريب من حساب مسلمة .

ومن تثبيت مسلمة أن فرق الطول بين قرطبة وأرين كان ثلاث وستين درجة ادرك الفلكيون والجغرافيون الأندلسيون أن قرطبة يجب أن تقع على سبع وعشرين درجة من مبدأ طول بطلميوس ، وهذا سبع عشرة درجة بالتقريب إلى غرب الجزائر الخالدات للحصول على هذا الفرق حيث أن قرطبة بحسب بطلميوس كانت تقع على حوالي عشرة درجات على شرق الجزائر الخالدات . وقد سموا هذه خط الطول الجديد هذا خط طول الماء لأنه يقع في البحر المحيط . استعمل عدد كبير من الفلكيين

اللاحقين تسمية الغرب الحقيقي لتميزها من نصف نهار الجزائر الخالدات التي سموها الغرب المعمور .

الفلكيون والجغرافيون الأندلسيون استعملوا خط طول الماء للمحلات الغربية فقط وبطريقتين مختلفتين :

استخدمت مجموعة منهم للمحلات الشرقية مبدأ طول بطلميوس وللمحلات الغربية خط طول الماء المتمركز على سبع عشرة درجة أوسبع عشرة درجة وثلاثين دقيقة على غرب نصف نهار الجزائر الخالدات .

والمجموعة الأخرى استعملت للمحلات الشرقية مبدأ طول فلكيي المأمون ، عشر درجات على شرق مبدأ طول بطلميوس كما رأينا ، ولهذا يستعملون للمحلات الغربية مبدأ طول عشر درجات أقل من خط طول الماء . هذا يعني سبع درجات أو سبع درجات وثلاثين دقيقة على غرب نصف نهار الجزائر الخالدات وسبع عشرة درجة أو سبع عشرة درجة وثلاثين دقيقة على غرب ساحل أفريقيا الأطلسي كلتا المجموعتين حققتا قيم دقيقة جداً لقياس البحر الأبيض المتوسط .

فأهمية هذا التحديد الدقيق لطول البحر الأبيض المتوسط يعلن إذا أخذنا بعين الإعتبار أنه لم يتم رسم خريطة الأرض صحيحة حتى الاصلاحات الفرنسية الكبيرة في القرن الثامن عشر . في هذا الوقت وضع جيوم دليل (Guillaume De L' Isle) أحد أعضاء الأكاديمية الفرنسية خريطة للعالم صحيحة مستعملا أرصاده و أرصاد المبعوثين من قبله إلى كل أنحاء العالم .

والواضح أنه في نطاق الجغرافيا وحتى هذا القرن الثامن عشر يجب التمييز بين حقلين مختلفين من الدارسين هما الجغرافيون والفلكيون .

للجغرافيين اهتمام وصفي ولا يهتمون بدقة المواقع والمحلات وإنما فقط بمظاهر الجغرافية الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية وإلى آخره وبطرق الوصول إليها وهكذا بالوقت الذي يمكن أن يستغرق رحالة للانتقال بين مكان وآخر . ولهذا السبب عادة يعطون الأبعاد بقياسات مسارية كأميال وفراسخ .

الفلكيون بالعكس يدرسون الجغرافية الرياضية ويهتمون فقط بالمواقع الدقيقة محددة بطرائق علمية . ولهذا يزودون بقياسات زاوية كالطول والعرض والتي يستفيدون منها لحساب عدد من

المشاكل الفلكية .

فلا ننسى أن موقع مدينة يجب أن نعتبره في لحظة تحقيق عدد من الأرصاد الفلكية أو في لحظة استعمال جداول فلكية التي تم حسابها لخط نصف نهار مدينة أخرى .

كل هذا يجعل تصنيع نوعين مختلفين من الخرائط :

واحد ـ النوع الأول مجمل وغير دقيق وهو الذي يرسمه الجغرافيون .

اثنان ـ والنوع الثاني أكثر علميا ودقة وهو الذي يرسمه الفلكيون والذي يؤثر على خرائط البحرية اللاحقة .

بالاضافة إلى ذلك بينما نرى التحسين المحقق الحاصل من قبل الفلكيين الأندلسيين في تصحيح طول البحر الأبيض المتوسط يظهر تقريباً في كل الخرائط البحرية الأوربية والعربية وهذا لا يحصل بأغلبية خرائط العالم اللاحقة التي تستمر باستعمال قيم بطلميوس أو المأمون لتصوير البحر الأبيض المتوسط .

اجمالاً لما تقدم أقول إن هاهنا دليل آخر على أهمية عمل العلماء العرب الذين لم يقفوا على نشر العلوم الإغريقية إلى أوربة وإنما طوروها بشكل رائع . إلى النقطة التي ، وبالنسبة للجغرافيا ، إدخال النص الإغريقي لجغرافية بطلميوس إلى أوربة مثلت خطوة إلى الوراء التي انعكست عن خرائط العالم التي ترجع إلى قيم خاطئة للبحر الأبيض المتوسط .

الفرق بين طول قرطبة وطول الإسكندرية

	درجات	دقائق
بطلميوس	٥١	١٠
المأمون	٤٢	٠٠
الزيات	٣٤	٢٠
المراكشي	٣٥	٠٠
كيبلر	٤٤	٠٠
القياس الحديث	٣٤	٤١

الفرق بين طول طنجة وطول الإسكندرية
وهو طول البحر الأبيض المتوسط

	درجات	دقائق
بطلميوس	٥٤	٠٠
المأمون	٤٣	٢٠
الزيات	٣٧	١٠
المراكشي	٣٨	٥٠
كيبلر	٤٣	(بالتقريب)
القياس الحديث	٣٥	٣٩

الخسوف التحويل باستعمال زيج الخوارزمي وقانون ابولزر

قدر	الخوارزمي	٣٩ ، ٠٥:١٧
	قانون أبولزر	١٢:١٧
نصف الإكمال	الخوارزمي	١١ ، ٤٣:٠٠
	قانون أبولزر	٤٥:٠٠
فرق زمني	الخوارزمي	١٢:٠٤
	قانون أبولزر	٠٥ ، ١٠:٠٤

الآلات الميكانيكية في تراثنا العلمي
وموقع كتاب " الرسالة القدسية "

لطف الله قاري*

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة : أهداف الدراسة

تراث العرب والمسلمين في الميكانيكا : كنز لا يزال بحاجة إلى كشفه والاستفادة منه كما سنرى في هذه الدراسة إن شاء الله. هذا المنجم النفيس مفيد للباحثين في التراث العلمي والتقاني (التكنولوجي) . وهو مفيد للأندية العلمية ومتاحف العلوم ، حيث صنع المحتفون بالتراث العربي الإسلامي وبتاريخ العلوم في الغرب بعض الآلات حسبما ورد وصفها في كتب التراث . أما العرب فبعضهم يملك القدرة العلمية ولم تتح له الظروف لإنتاج مشابه . وهؤلاء بحاجة إلى شيء من العزيمة والإقدام . وبعضهم يملك المادة ، ولكنه يكتفي بالشراء من بعض المتاجرين بالتراث ممن يبيعون أشياء لا تمت إلى تراثنا بصلة . والمتحف العلمي الوحيد الذي يستحق الإشادة به في هذا المجال هو معرض أرامكو بالظهران . وهو متحف رائع لم ينل حظه من الدعاية والتعريف .

ويهم هذا المجال كليات الهندسة والمعاهد التقانية ومعاهد تاريخ العلوم ، مثل معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، حيث نستطيع تكليف الطالب بناء جهاز ورد وصفه في كتاب تراثي فيكون في ذلك فائدة له ، وإحياء للتراث ، وإضافة قيمة للمتاحف العلمية . والبحث في هذا المجال يستفاد منه للاستفادة من مناهج البحث وأسلوب الشرح عند المهندسين القدامى ، وخاصة عند مقارنة أساليب عدة كتب تراثية . وينتج عن هذا رياضة ذهنية للطالب والباحث ، مع استمتاع ذهني يجعل

* السعودية - ينبع الصناعية .

مجلة تاريخ العلوم العربية - المجلد الحادي عشر ١٩٩٥-١٩٩٦-١٩٩٧م ، ص ٢٩ - ٩٠

البحث أقرب إلى التسلية . فيستطيع الباحث مقارنة أسلوب كل مهندس في وضوح الوصف ودقة التصميم وأسلوب التحكم في العمليات الميكانيكية مثل تدفق الماء في الأنابيب والأوعية .

والبحث في التراث التقاني يفيد أيضاً في تكوين ثروة من المصطلحات . فكثير مما يجري على ألسنتنا اليوم من كلمات حديثة مثل سيارة وباخرة ومكيف الخ هي نتيجة لاستنباط مفردات عربية لأشياء حديثة . ولكن يبقى علينا استنباط المزيد من المسميات للمخترعات التي تخرج علينا كل يوم . وتراثنا العلمي واللغوي ثريان بهذه الكلمات . ولذلك فإن دراستهما من الواجبات علينا . وقد ترجم المختصون في سورية (التي تدرّس كل العلوم بالعربية منذ نشأة الجامعات بها) كتب الهندسة من اللغات الأجنبية ، ولكنهم استخدموا مصطلحات بعيدة عما ورد في كتب التراث الهندسية . ولكن بعد تحقيق عدد من الكتب التراثية المذكورة وجد أن المصطلحات فيها تطابق ما يستعمله الصناع والحرفيون من عامة الشعب[1] .

فوجب علينا استخلاص المصطلحات من التراث العلمي وتوحيدها على المستويين الأفقي والعمودي أي بشمول كل الطبقات المهنية وكل الأقطار العربية .

ويمكن استخدام التراث العلمي والتقاني في تطبيقات الحاسوب (الكمبيوتر) . حيث يقوم العديد من الباحثين بتطبيق ما ورد في كتب التراث العلمي على ما تعلمه من علوم الحاسوب ، فيخرج بأبحاث في غاية الطرافة والدقة والنفاسة .

ومن ذلك أن أكثر من باحث استعمل الصيغ الرياضية التي وردت في كتاب مفتاح الحساب لجمشيد الكاشي حول تصميم القبة والمقرنس والأزج أو الطاق . وأدخل تلك الصيغ في الحاسب الآلي

(١) أحمد يوسف الحسن ، تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية . نشر جامعة حلب ، ١٩٧٦ ، ص ٣٦-٣٧ .

لاستخراج تصاميم حديثة في العمارة الإسلامية(2) -(6) .

تهدف هذه الدراسة إلى عرض ما ألفه علماء السلف في مجال الآلات الميكانيكية ، ووضع هذه الكتب أمام الباحثين لإلقاء مزيد من الضوء على دور علماء السلف في دفع عجلة البحث بمجال الميكانيكا إلى الأمام ، وذلك بالتعريف بالمراجع والمصادر التي يستفاد منها في هذا الشأن . نقصد بالمصادر كتب الميكانيكا العربية والمعربة في التراث . هذه الكتب قليلة العدد ، وطبعاتها نادرة في معظم الأحيان فبرغم إقرارنا بأهمية كل فرع من فروع المعرفة ، وبترابط العلوم ومجالات الثقافة بعضها ، إلا أن الكتب التراثية المؤلفة في الميكانيكا قليلة . وتعزى قلة هذه الكتب إلى الأسباب التالية :

١ - يجب ألا يغيب عن بالنا أن العصور التي نتحدث عنها كانت مختلفة عن عصرنا . ومن ضمن الاختلافات كان غياب المؤسسات العلمية التي تعنى بالحرف والصناعات . فلم تكن هناك كليات تقانية أو معاهد مهنية ، بل ولا حتى كليات هندسة . فالتعليم في هذه المجالات كان يتم بين

(٢) محمد الأسد

بحث أعد عام ١٩٩٢ بجامعة هارفرد حول تطبيق الحاسوب لتصميمات معمارية اعتمد فيها المؤلف على كتاب الكاشي ، ورد وصفه في صحيفة الحياة ، العدد ١٠٦٠٧ ، (٢٢ / ٢ / ١٩٩٢ ، ص ١و ٤ .ونقل في المرجع التالي:
NECIPOGLO, G. *The Topkapi Scroll* , The Getty Center for the History of Art and Humanities , 1995 . Santa Monica , CA , USA

(3) Dold Y .
"The 15th Century Timurid Mathematician Ghiath al- Din al - Kashi and his Computation of the Qubba", in Demidov , Folkerts & Scriba (ed.): *Amphora . Festschrift for Hans Wussing on the, occasion of his 65th Birthday* , Basel , 1992, pp. 171 - 181 .

(4) Dold (Y.)
" Practical Arabic Mathematics : Measuring the Muqarnas by al Kashi " , *Centaurus* , vol. 35 (1995) . pp. 193 - 242

(5) Dold - Samplonius (Y.)
" Al - Kashi 's Measurement of Muqarnas " , **الملتقى المغاربي الثاني**
حول تاريخ الرياضيات العربية ، (عقد في عام ١٩٨٨ بتونس) ، نشر جامعة تونس ، ص 74 - 84 .

(6) Dold - Samplonius (Y.)
" Al - Kashi ' s Calculations of Arches and Vaults "
الملتقى المغاربي الخامس حول تاريخ الرياضيات العربية ، (عقد في عام ١٩٩٤ بتونس) ، قيد النشر .

الحرفيين أنفسهم . والذين ألفوا من المهندسين في مجال الآلات الميكانيكية نجدهم من المتعلمين الذين كانوا مشغولين بعلوم أخرى كالفلك والرياضيات . وهؤلاء المتعلمون كانوا متصلين بالطبقة الحاكمة . بينما الصناع كانوا من الطبقات الشعبية ذات المركز المنخفض . ولهذا نجد فجوة بين المؤلفين والحرفيين ، إلا في فترات زمنية محددة وفي مدن معينة : مثل القاهرة في عهد المماليك .

٢ - ويتبع غياب المؤسسات التعليمية التأثير الاقتصادي لهذا الغياب . فالعلماء كانوا يتلقون الدعم المادي والمرتبات من الحكام والأثرياء. ودعم هؤلاء كان غير دائم ولا ثابت مثل ثبات الوظائف في عصرنا . وبالتالي لم تكن علوم التقانة متصلة على النحو الحالي . حيث نجد قروناً تمضي بين ظهور مهندس يؤلف في الهندسة الميكانيكية وآخر يتبعه ويكمل عمله ، فهناك فترة ثلاثة قرون بين بني موسى والجزري مثلاً . ومرة أخرى كان عصر المماليك (في القاهرة وبعض مدن الشام) استثناء لهذه القاعدة ، حيث نجد المؤلفين في الآلات الفلكية والميكانيكية متصلين بالحرفيين من عامة الشعب ، والتأليف في هذا المجال أكثر.

٣ - وتبع العامل الاقتصادي تقيد المؤلفين برغبات الممولين لكتبهم . فألفوا في المجالات التي تناسبهم[7] ، فنجد في مجال الميكانيكا اتهاماً واضحاً من قبل مؤرخي العلم مفاده أن المؤلفين في هذا المجال لم يكن هدفهم إلا التأليف في آلات التسلية لأولياء نعمهم . وهو اتهام نجد من خالفه كما سنرى إن شاء الله .

٤ - كثير من الآلات التي عرفتها عصور الحضارات السابقة ومنها الحضارة العربية الإسلامية لم يكن مخترعوها إلا من الحرفيين الماهرين من ذوي العقول المبدعة .ولكنهم لم ينالوا حظاً من التعليم المدرسي ليؤلفوا الكتب حول مخترعاتهم . ومن أمثلة ذلك أن آلة « السقاطة » ratchet and pawl(وهي ترس مرفق بلسان يوقف حركته عند اللزوم[٨] تم ابتكارها وإضافتها في القرن الرابع

(7) ALVI , M.A. and Abdul Rahman
.Fat ' hullah Shirazi . *A 16th Century Indian Scientist* . Indian National Sciences Academy , New Delhi , 1968 , pp. 1- 2 .

(٨) حسن الكرمي ١٩٨٧
المحيط الأكبر : معجم إنكليزي عربي ، نشر مكتبة لبنان ، ١٩٨٧ ، مادة ratchet

أو الخامس الميلادي إلى سواقي الري ، فكان لإضافتها الأثر الفعال في تحسين أداء الساقية . ولكن مخترعها ظل مجهولاً ". وفي كتب الميكانيكا التي نستعرضها سريعاً في هذه الدراسة نجد أكثر من مثال :

فآلة البخار التي تستخدم بخار الماء لتوليد طاقة ميكانيكية تتولى إدارة شواية . ورد وصفها في كتاب **الطرق السنية في الآلات الروحانية** لتقي الدين محمد بن معروف . ويصرح المؤلف بأن مخترعها غير معروف ، وذلك بقوله : « الباب السادس في عمل السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار . فيدور بنفسه من غير حركة حيوان . وهو قد عمله الناس على أنحاء شتى ، منها ... الخ (١٠) . وفي كتاب **الرسالة القدسية** الذي نقدم تعريفاً عنه في هذه الدراسة نجد وصفاً لجهاز يقول عنه المؤلف : « وهذه ليست لي ، ولا للعلامة الجزري رحمه الله . وإنما حكى لي شخص أنه عاينها في بعض حمامات بلاد الروم (تركيا الحالية) . وكان استاذاً في علم الحيل . وأفادني عملها إجمالاً ، رحمه الله رحمة واسعة . وهو الأمير مرجان الجمالي المعروف بستمائة (١١) ». وألف ابن أبي الفتح حول ساعة رملية ليست من اختراعه، وهو كتاب **الإعلام بشد البنكام** . ويصرح في آخر الكتاب بأن بعض المتأخرين اخترعوا صناعة تلك المناكيم على هيئتها التي وصفها في الكتاب ، فأعجب بها المؤلف غاية الإعجاب ، واتضح له أنها أدق لحفظ

(9) Hill , D . R.
The Book of Ingenious Devices , by the Banu Musa ibn Shakir (annotated translation) , Reprinted (of the 1979 edition , with tranlator " s notes) by : Pakistan Hijra Council , Islamabad , p . 20 .

(١٠) **تقي الدين محمد بن معروف** (ت ٩٩٣ هـ/ ١٥٨٥ م)
الطرق السنية في الآلات الروحانية ، مخطوط بمكتبة جستر بتي بمدينة دبلن الإيرلندية ، نشر ملحقاً بكتاب الحسن المذكور في الهامش الأول اعلاه ، الباب السادس .

(١١) **مجهول**
الرسالة القدسية في عمل الشاذروان والفسقية ، مخطوط بمكتبة عارف حكمت بالمدينة المنورة ، ورقة ٣٠ و .

الوقت من أجهزة توقيت أخرى ، فألف الكتاب لفائدة الباحثين [١٢].

٥ - كان صناع الآلات والحرفيون في الصناعات عموماً ـ يحبون الاحتفاظ بسر الصناعة داخل أسرهم ، فلا يصرحون بها إلا لأبنائهم مثلاً. وهذا شبيه بما هو حاصل في الصناعة الحديثة ، مع اختلاف الحجم . فنجد هذا الحرص في نصوص صريحة بكتب التراث: فرضوان بن محمد الساعاتي يقول عن الساعة التي صنعها والده بأن المهندسين الذين حاولوا تشغيلها وصيانتها لم يستطيعوا ذلك ، لأن والدي رحمه الله لم يطلع أحداً على سرها [١٣]. ويوجه انتقاداً جارحاً لأولئك المهندسين،ذاكراً اسم كل واحد منهم . ولكن من يقرأ كتاب رضوان يجد أن ساعة والده معقدة جداً ، لا نلوم أحداً على عدم تشغيلها أو إصلاحها إذا لم تكن بين يديه إرشادات مكتوبة حول كيفية ذلك . ونجد في مقدمة العديد من كتب الميكانيكا تردد المؤلف في كتابة وصف الأجهزة التي يعرفها ، أو تلك التي اخترعها . نجد هذا في مقدمة كتاب الجزري ، وفي مقدمة **الرسالة القدسية** . حيث لم يكن المؤلفان يكتبان شيئاً لولا أوامر الحكام في كل حالة . فالجزري أمره حاكم آمد في حوالي سنة ٦٠٠ هـ/ ١٢٠٤ م ، ومؤلف **الرسالة القدسية** أمره حاكم القدس أو شخص ذو نفوذ فيها سنة٨٩٥/ ١٤٩٠ .

فلهذه الأسباب الخمسة التي ذكرناها قل عدد الكتب المؤلفة في الصناعات عموماً ، ومنها صناعة الآلات الميكانيكية . فصار اكتشاف مخطوطة في هذا المجال ونشرها بين الباحثين يعد كشفا عن حلقة مفقودة في سلسلة تطور التقانة العربية الإسلامية بخاصة ، وتاريخ التقانة في العالم بعامة .

(١٢) ابن أبي الفتح (ت حوالي ٩٣٠ / ١٥٢٤)

الإعلام بشد البنكام ، نشر بالآلة الكاتبة بتقديم ماجد عبد الله الشمس ، نشر مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد ، ١٩٨٤ ، ص ٤٧ .

(١٣) رضوان بن محمد الساعاتي (ت ٦١٧ / ١٢٢١)

علم الساعات والعمل بها ، بتحقيق محمد أحمد دهمان ، نشر مكتب الدراسات الإسلامية بدمشق ، ١٩٨١ ، ص ٥ من نص المؤلف .

يقتصر بحثنا على ذكر مصادر الدراسة في هذا المجال : أي استعراض كتب التراث التي وصلت إلينا ، ثم الدراسات التي تطرقت (١) للتراث المكتوب (٢) وتلك التي استعرضت تاريخ الساعات العربية والإسلامية (٣) والتي ذكرت ما تم صنعه في عصرنا الحالي من الآلات التراثية (٤) والتي أوضحت تأثير الكتب المترجمة من العصر الهليني إلى العربية وإضافات المهندسين العرب والمسلمين في هذا المجال (٥) وتأثير الابتكارات العربية الإسلامية على عصر النهضة الأوربية .

فهذه خمسة مجالات كتب فيها الباحثون ـ والغربيون منهم خصوصاً ـ ودور هذه الدراسة هو الإحالة والإضافة إليها لمن أراد التوسع في البحث . وليس مجال بحثنا استعراضاً مفصلاً لكل معلومة وردت في تلك الدراسات ، إلا ما سها عنه الباحثون ، فنوضحه لإكمال البحث .

فمثلاً لم يذكر الباحثون ترجمة لابن ابي الفتح ، فنورد ترجمته بإيجاز ، مع الإحالة إلى المصادر التي ترجمت له ولم يذكر الباحثون بعض الطبعات العربية لكتب الميكانيكا التراثية ، فنستعرض هذه الكتب سريعاً .

ولم يذكر الباحثون إطلاقاً كتاب **الرسالة القدسية** ، فنقدم تعريفاً بهذا الكتاب لأنه يعرض لأول مرة على جمهور الباحثين .

وتقتصر دراستنا هذه على الآلات التي استعملت في المجال المدني . أما الآلات الحربية كالمجانيق فلها استعراض آخر طويل ، ودراسات مستفيضة تخرج عن نطاق بحثنا هذا .

الدراسات السابقة حول الموضوع :

من الرواد الذين ألفوا في مجال تاريخ العلوم الطبيعية والتقانة عند العرب والمسلمين إيلهارد

فيدمان * E. Wiedemann الذي تناثرت بحوثه في الدوريات القديمة ، ولم يجمع منها شيء إلا بعد وفاته بزمن طويل ، خاصة في الكتابين التاليين :

١ ـ مقالات في تاريخ العلوم الطبيعية

Ausfatze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte

وهذا الكتاب يضم سلسلة عنوانها « **المساهمة في درس تاريخ العلوم الطبيعية** » كان فيدمان قد نشرها في ٧٩ جزءاً ، وذلك في«نشرة الجمعية الطبيعية الطبية » بمدينة إرلنگن المجلد ٣٤ (سنة ١٩٠٢) إلى المجلد ٦٠ (١٩٢٨) .

وقد أعيد نشر تلك المقالات بإضافة ٣ مقالات أخرى لڤيدمان إليها ، مع قائمة مفصلة لأعمال ڤيدمان ، أعدها سيمان H. J. Seemann ، وكشافات أبجدية (فهارس) أعدها فشر W. Fischer[14] وذلك عام ١٩٧٠.

*** نبذة عن الطريقة المستعملة في البحث لكتابة الأحرف الأجنبية**

١ ـ تكتب الكلمات العربية باستخدام أحرف علة (مثل e, a, u, i) تقوم مقام حركات التشكيل (الكسرة والفتحة والضمة) في اللغة العربية وللأسف فقد تمت ترجمة حروف العلة تلك باستعمال حروف المد العربية (الألف والواو والياء) . فمثلاً مؤرخ العلوم Hill كتب بالعربية هكذا (هيل) .

ولذلك ينطقها من لا يعرف الانكليزية بالمد ، أي كما تنطق كلمة HEAL أو HEEL . وما أبعد الفرق بين هاتين الكلمتين وكلمةHILL . ولهذا فقد كتبت اسمه في البحث هكذا (هل) ، باستعمال الكسرة بدل الياء

٢ ـ الأحرف التي ليس لها مقابل في العربية كتبتها بالطريقة التي أقرها مجمع اللغة العربية الأردني ، على النحو الآتي

گ	مقابل الحرف		G
چ	=	=	Ch
ڤ	=	=	V
پ	=	=	P

(14) WIEDEMANN , Eilhard

" Beitrage zur Geschichte der Naturwissenschaften , I LXXIX " , in *Sitzungsberichte der Phsikalisch - medizinischen Sozietat zu Erlangen* , vols. 34 - 60 (1902 - 1928) , repr . with introduction and indices by w.Fischer as *Aufstaze zur arabischen Wissenschaftsgeschte*, 2 vol . Hildesheim, 1970 .

فلعل من أهم محتويات ذلك الكتاب تلك القائمة الشاملة لبحوث ڤيدمان التي ظل بعضها كما قلنا في الدوريات القديمة .

٢ ـ مجموعة كتابات في تاريخ العلوم الطبيعية العربية والإسلامية

Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischenWissenschafts - geschichte

جمعها وراجعها گيركه وزملاؤه .D.Gierke u. a[15] وذلك في (٣) مجلدات نشرت عام ١٩٨٤ . وهي تكملة للمجموعة السابقة ، والحق بها (في المجلد الثالث) فهرس تحليلي باللغة العربية لمؤلفات فيدمان . حيث ذكرت عناوين المقالات ونبذة عن محتويات كل منها .

نذكر هنا من بحوث ڤيدمان المتعلقة بتاريخ الميكانيكا العربية الإسلامية : ترجمته لأجزاء من كتاب الجزري ، ولكتاب رضوان بن الساعاتي وللكتاب المنسوب إلى أرشميدس ، وبحثا رائداً حول الساعات في التراث الإسلامي[16] ، لايزال الكثير من محتوياته غير معروف لدى باحثي اليوم . ففيه ذكر لمختلف أنواع الساعات العربية الإسلامية ، وهي الساعات المائية والرملية والشمعية والزئبقية . والأبحاث السابقة تم تأليفها بالاشتراك مع مهندس شاب هو فرتز هوسر F . Hauser . وله دراسات مستفيضة أخرى منها : مقالة عن حق القمر للبيروني (سنذكر هذه الآلة فيما بعد) ، وآلات الرسم الهندسي عند المسلمين ، وآلة الزنبرك ، وآلات الموسيقى الميكانيكية ، وآلات رفع واستخراج الماء عند العرب والمسلمين .

(15) Idem .
Gesammelte Schiften zur arabisch islamischen Wissenschaftsgeschte.
Gesammelt und bearbeitet von D . Gierke u . a. , 3 Bde . , Frankfurt , 1984
نشر معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية بفرانكفورت .

(16) Idem (und F . Hauser)
" Uber die Uhren im Bereich der islamischen Kultur " , *NOVA ACTA* (Halle) Band 100 (1915) , Nr . 5 , pp . 1 - 272 .

نكتفي هنا بذكر المراجع التي منها تحصل على أماكن نشر هذه البحوث (17) -(19)

وبعد ڤيدمان (١٨٥٢ - ١٩٢٨) مضت خمسون سنة دون أن يتواصل البحث في هذا المجال بنفس الغزارة والجودة . ولا يزال الباحثون المحدثون يعتمدون على أفكاره ونتائج بحوثه ، ولو أن كثيراً منهم لم يطلع عليها أصلاً ، إما لحاجز اللغة (فهي بالالمانية) وإما لأنها في دوريات قديمة غير متداولة . إلا أن تلك البحوث على نفاستها أصبحت قديمة طبعاً ، والذي استجد بعدها الكثير ، من مخطوطات جديدة مكتشفة ، ومن طبعات وترجمات للمصادر .

ثم جاء دُنْلد هل D . R . Hill (١٩٢٢ - ١٩٩٤) في السنوات العشرين الأخيرة ليكمل عمل سابقه في الميكانيكا . فترجم كتابي الجزري وبني موسى إلى الإنكليزية ، مع شروحات ودراسات تمهيدية مفيدة لا غنى عنها لباحث في هذا المجال . وله بحوث عديدة أخرى حول تاريخ الميكانيكا العربية ، والمصادر التاريخية لها ، ودراسة حول **حق القمر** للبيروني مع تحقيق النص وترجمته إلى الإنكليزية ، وكتاب حول الساعات المائية العربية . وبعد وفاته قام صديقه كنك King بعرض قائمة شاملة لمؤلفاته (20) . ودراستنا هذه تعد تكملة لبحثه حول المصادر التاريخية للهندسة الميكانيكية العربية (21) ، مع إضافة مهندسين لم يذكرهم في ذلك البحث (ولو أنه ذكر بعضهم في مؤلفات أخرى) . وهم منلاوس وپپُّس Pappus وهرقل النجار قبل الإسلام ، وثابت بن قرة والبيروني والخازني

(17) Hill , D . R . op . cit . (Banu Musa) , PP . 251 - 252
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 9)

(18) Hill , D . R . 1974 , 1989
The Book of Knowledge of ingenious Mechanical Devices , by al Jazari (annotated translation) . Reprinted (1989) with translator ' s notes by : Pakistan Hijra Council . Islamabad, PP . 281 - 282 .

(١٩) نجيب عقيقي ، **المستشرقون** ، (ط٤) ، نشر دار المعارف بالقاهرة ، ١٩٨٠ ، (٣ ج) ج٢ ص ٣٩٦ .

(20) KING , D. A.
" In Memorandum , and List of Publications , D. R. Hill " *Arabic Science and Philosophy* , vol . 5 . no . 2 (1995) , PP. 297 - 302

(21) HIll , Donald
" Arabic Mechanical Engineering : Survey of the Historical Sources " , *Arabic Science and Philosophy* , vol. 1 , no . 1 (1991) pp . 167 186 .

والأشرف الرسولي وابن أبي الفتح وفتح الله الشيرازي بعد الإسلام ، مع إضافات وتصويبات لبعض آرائه تذكر في أماكنها .

ولكنك بحوث هامة في الفلك وما يتعلق به ، وفي الآلات الفلكية . وله كذلك بعض الاستطرادات في مواضيع تتعلق بالميكانيكا العربية . منها مراجعة نقدية للطبعة الأولى من ترجمة هل لكتاب الجزري ، وأخرى حول كتاب أرشميدس ، وحول الرقاص أو البندول المنسوب لابن يونس ، نشرت جميعها مع إضافات حديثة في كتاب يضم مجموعة من أبحاثه [22] .

ومن الدراسات الأخيرة التي لخصت آخر نتائج الدراسات الغربية نجد مقالات لترنر A. J. Turner ، في تقديمه فصول السجل المصور (الكتلوج) لمتحف الزمن Time Museum بولاية إلنوي الأمريكية ، الجزء المخصص للساعات المائية والرملية والشمعية . وفيه نبذة عن الساعات العربية [23] . وقد نشرت مراجعة نقدية لهذا الكتاب أعدها حكمت حمصي وخالد ماغوط [24] .

أما في الدول العربية فنجد بعض نشرات محققة للكتب التي نستعرضها في هذه الدراسة ، ونشرات أخرى غير محققة . ونجد كذلك دراسات لا ترقى لأي مستوى أكاديمي مقبول ، سواء من ناحية الشمول والإحاطة ، أو الاعتماد على مصادر ومراجع موثوقة ، أو تمحيص الروايات لبيان الصادق منها والخرافي ، أو توثيق المراجع وذكر طبعاتها في الهوامش ، الخ . ويطول بنا المقام لو استعرضنا كل الأخطاء وجوانب النقص التي وردت في كل دراسة . مع أن بعضها نشر من قبل مؤسسات علمية عربية مثل مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد ومؤسسة الكويت للتقدم العلمي . وهذا في مجال الكتب .

(22) KING , D. A .
Islamic Astronomical Instruments, Variorum Reprints , London . 1987

(23) TURNER , A. J .
The Time Museum : Catalogue of the Collection , Vol . 1 : Time Measuring Instruments , Part 3 : Water Clocks , Sand Glasses , Fire Clocks , The Time Museum , Rockford , Illinois , 1984.

(٢٤) حكمت حمصي وخالد ماغوط ،
« كتاب متحف الزمان» (مراجعة للكتاب) ، **مجلة تاريخ العلوم العربية** ، المجلد ٨ (السنة ١٩٨٤) ، ص ٦٧ - ٧٦ بالقسم العربي ، و ص 105 - 108 بالقسم الأجنبي .

أما الأبحاث المنشورة في مجلات علمية محكمة فيتساوى مستوى الباحثين العرب فيها مع غيرهم . ويجد القارىء في مراجع هذا البحث عدداً من البحوث التي ألّفها عرب .

هذا عن الدراسات التي تغطي مجال الآلات الميكانيكية أو الساعات بشكل عام . أما عن المجالات الفرعية فنجد منها دراسات حول الآلات الباقية في عصرنا . ومنها ساعتان بمدينة فاس ، كتب عنهما التازي (٢٥)-(٢٦) . وبرايس (27) وترنر (28) وكنك (29) . وورد وصفهما حسب المصادر التراثية عند دهمان (٣٠)

(٢٥) عبد الهادي التازي

« الحروف المنقوشة بالقرويين في خدمة الآثار » ضمن كتاب **دراسات في الآثار الإسلامية** ، نشر المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالقاهرة ، ١٩٧٩ ، ص ٢٦٧ - ٢٩٤ .

(٢٦) عبد الهادي التازي

« ساعة مائية ترجع للقرن الثامن الهجري » ، ضمن كتاب **الفنون الإسلامية ، أعمال الندوة العالمية المنعقدة في استنبول سنة ١٩٨٣** ، نشر مركز الأبحاث للتاريخ والفنون والثقافة الإسلامية بإستنبول ودار الفكر بدمشق سنة ١٩٨٩ ، ص ٧٥ - ٨٢ .

(27) D . J . de Solla Price,
" Mechanical Water Clocks of the 14 th Century in Fez ", *Proceedings of the 10th International Congress for the History of Science (Ithaca , NY , 1962) , PP. 599 - 602*

(28) A. J . TURNER , OP. cit. (Time Museum) , PP. 23 - 24.
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 23)

(29) D. A. KING,
" An overview of the Sources for the History of Astronomy in the Medieval Maghrib " ,
الملتقى المغاربي الثاني حول تاريخ الرياضيات العربية ، (عقد في عام 1988 بتونس) ، نشر جامعة تونس ، ص125-157

(٣٠) محمد دهمان ،

مقدمة تحقيق كتاب علم الساعات والعمل بها ، نشر مكتب الدراسات الإسلامية بدمشق ، سنة ١٩٨١ ، ص ٤ - ٤٦ .

وفيدمان[31] ودوزي[32].

وبقيت ساعات مائية ورملية من الهند الإسلامية ، يقوم شرما S. R. Sarma بإعداد سجل مصور (كتلوج) عنها ، ضمن الآلات الفلكية الهندية [33].

وبقيت ساقية ترفع الماء من نهر يزيد المتفرع من بردى بدمشق إلى مباني تعلوها بـ12 مترا ، بواسطة تروس متصلة ببعضها. وهذه الساقية مطابقة لإحدى الآلات التي ورد وصفها عند الجزري الآتي ذكره . وهي تعرف في دمشق باسم «ناعورة الشيخ محيي الدين » . وقد أعيد ترميمها ، وتم صنع مجسم مماثل لها من قبل جامعة حلب . وورد وصفها عند الحسن [٣٤].

وورد ذكر الساعات الشمعية والقنديلية في كتب التراث . حيث ألّف عنها يونس الأسطر لابي (أو ابن يونس)[٣٥]-[36] . والزرخوري[٣٧]،

(31) Wiedemann und Hauser, "Uhren", PP . 37 - 38 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

(32) DOZY , R .
Supplement aux Dictionnaires Arabes, repr . de l ' edition de 1881, Librairie du Liban . Beyrouth , 1968, tome 2 , p. 625 (مادة منجانة)

(33) SARMA , S. R.
" Indian Astronomical and Time- Measuring Instruments , A Catalogue in Preparation ", *Studies in History of Medicine and Science*, vol . 13 , No . 1, (1994) , New Delhi, pp. 115 116.

(٣٤) الحسن ، تقي الدين (المرجع السابق ذكره في الهامش الأول) . ص٥١ - ٧٠ .

(٣٥) ابن الرزاز الجزري ، الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل ، تحقيق أحمد يوسف الحسن وزملاءه ، نشر معهد التراث العلمي العربي بحلب ، ١٩٧٩ ، ص ١٩٧ . وقد سقط اسم يونس الأسطرلابي من فهرس الأعلام .
وانظر كذلك هل في بحثه المذكور بالهامش رقم 21، ص ١٨١ - ١٨٢ .

(36) KENNEDY, E. S. and W. UKASHAH,
" The Chandelier Clock of Ibn Yunis " , *ISIS*, vol . 60 . 1969, pp. 543 - 545
وقد ترجم الباحثان نص الرسالة التي نشرها لويس شيخو في المشرق ، المجلد ١٧(١٩١٤) ، ص ٣٩٨ - . وتوجد ترجمة ألمانية لنفس الرسالة في المرجع المذكور بالهامش رقم 16 أعلاه

(٣٧) محمد بن أبي بكر الزرخوري ، زهر البساتين في علم المشاتين ، مخطوطة بجامعة ليدن (هولندا) ، الورقة ١٤ و .

وذكرها القرافي (٣٨) - (٣٩) ،وابن إياس (٤٠) - (٤١) ،وورد وصف الساعات الشمعية والزئبقية في الرسائل التي ترجمت لألفونسو الحكيم بعنوان **كتب المعرفة بعلم الفلك** ، وسيمر بنا ذكرها فيما بعد. وكذلك ورد وصف الساعات الشمعية والقنديلية عند الجزري وابن خلف المرادي اللذين سيمر ذكر مؤلفاتهما .

ونجد لجورج صليبا بحثا حول وظائف الآلات الميكانيكية العربية [42]. وكتب هل (Hill) حول نفس الموضوع باختصار [43]. وقد بين الباحثان أن الآلات الميكانيكية لم تكن كلها للتسلية ، فقد استفيد منها في رفع المياه ، وتحديد الأوقات ، وفوارات (نوافير) البيوت ، والأقفال الرقمية ، والمكاييل والبوابات المتطورة ، والمصابيح التي لا تطفئها الريح ، وآلات السلامة الصناعية . كما أوضح صليبا أنه حتى في حالة صنع آلات تسلية فإن الغرض من صنعها كان لتطبيق الرياضيات والفيزياء على الواقع العملي .

وقد صنعت بعض الآلات التراثية في العصر الحديث . وكانت مفاجأة سارة أن عملت بفعالية

(٣٨) **دهمان** ، مقدمة كتاب الساعات (المرجع السابق ذكره في الهامش رقم ٣٠) ، ص ٦٦ .

(٣٩) خير الدين **الزركلي** ، **الأعلام** ، نشر دار العلم للملايين ببيروت ، الطبعة الرابعة ، ١٩٨٠ ، ج١ ص ٩٥ .

(٤٠) ماجد **الشمس**

مقدمة لعلم الميكانيك في الحضارة العربية ، ج١ ، نشر مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد ، سنة ١٩٧٧ ، ص ٥٣ ، ٨٣ ، ٨٤ .

(٤١) **ابن إياس** (محمد بن أحمد) ، **بدائع الزهور في وقائع الدهور** ، تحقيق محمد مصطفى ، نشر جمعية المستشرقين الألمانية والهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة ، ط٢ ، ١٩٨٢ ، ج١ القسم الأول ، ص ٢٦٥

(42) SALIBA , George
"The Function of Mechanical Devices in Medieval Islamic Society " , *Science and Technology in Medieval Society* , *Annals of New York Academy of Sciences , vol. 441, pp . 141 - 151 .*

(43) HILL , D. R.
Islamic Science and Engineering , Edinburgh University Press , 1993 , pp . 147-148 .

كما وصفها المهندسون العرب . كتب عن هذا الموضوع هل [44]-[46] وخوان برنيت [47] .وعرض بعضها في معارض دولية [48] .

وكتب هل أكثر من مرة حول تأثير العرب على الغرب ، والابتكارات العربية في هذا المجال [49]-[50] . وفي بحث قيدمان السابق ذكره [51] مقارنة بين محتويات الكتاب المنسوب إلى أرشميدس وكتابي الجزري ورضوان .

ـ الكتب المترجمة إلى العربية :

١ ـ أرشميدس (توفي ٢١٢ ق . م) :

اشتهرت عدة ترجمات لأرشميدس حول علم السكون (الاستاتيكا) وعلم توازن الموائع

(44) Idem , Islamic Sc . & Engg ., p . 126 .

(المرجع المذكور بالهامش السابق)

(45)Idem , The Book of ... al - Jazari, p . xvii

(المرجع المذكور بالهامش 18)

(46) Idem ,
Arabic Water Clocks , Institute for the History of Arabic Science , Aleppo Univ.,1981 , pp . 103 111

(٤٧) خوان برنيت Juan Vernet ، « الإنجازات الميكانيكية في الغرب الإسلامي » ، مجلة العلوم ، الكويت ، المجلد ١٠ ، العددان ١٠ و ١١ ، اكتوبر ـ نوفمبر ١٩٩٤ ، ص ٤ ـ ٧ .

(48) Juan VERNET y Julio SAMSO ,
EL Legado Cientifico Andalusi (catalogo de exposicion) centro Nacional de Exposiciones, Madrid , 1992 , p . 309 .

(49) D. R. Hill , Islamic Sc . & Engg . , pp . 220 - 235 .

(المرجع المذكور بالهامش 43)

(50) Idem , "Medieval Arabic Mechanical Technology " ,
Proceedings of the 1st international Symposium for the History of Arabic Science (1976) , Institute for the History of Arabic Science , Aleppo Univ . , 1978, pp.222- 237

(51) Wiedemann und Hauser, " Uhren ", p. 32 - 35

(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

وضغطها (الهيدروستاتيكا) ، كما عرفت رسالة منسوبة إليه في الالات الميكانيكية . ومما بقي من رسائله المتعلقة بموضوعنا رسالة بعنوان **حول الثقل والخفة** . وهي جزء من كتابه حول الأجسام الطافية ، نشر عن مخطوطة في المكتبة الوطنية بباريس، وذلك في **المجلة الآسيوية Journale Asiatique** سنة ١٨٥٩ .وترجم إلى الألمانية بقلم فيدمان ، كما ترجم إلى الإنكليزية من قبل كلاگت M. clagett [52] . كان هذا الكتاب مما ترجم في فترة الترجمة في العصر العباسي الأول . وفيما بعد صار أحد المصادر التي اعتمد عليها الخازني في **ميزان الحكمة** .

هذا عن الميكانيكا النظرية . وله كذلك كتاب **آلة ساعات الماء التي ترمي بالبنادق** . وصل إلينا مع إضافة فصول كتبها على الأرجح مؤلفون متأخرون عنه . ومنه نسخ عديدة ذكرها هل[53] . وقد نشره هل مترجماً إلى الإنكليزية باعتماد ثلاث نسخ منه [54] ، كما نشر دهمان النص العربي باعتماد نسخة واحدة هي نسخة باريس [55] .ونجد هِل في مراجعته للمصادر العربية غير مطلع على نشرة دهمان [56] وقبل هل قام فيدمان وهوسر بترجمة الكتاب إلى الألمانية ، من نسخته العربية بالطبع . ونشر دراخمان عنه دراسة [57] .

وقد قسم هل الكتاب في نشرته الإنكليزية إلى تسعة فصول . وأجمع الباحثون على أنه يمكننا نسبة الفصلين الأولين منه إلى أرشميدس . أما الفصول الأخرى فهي إضافات من العصرين البيزنطي والإسلامي.

(52) CLAGETT , M. ; "Archimedes", *Dictionary of Scientific Biography* , vol . I, p. 230,1981

(53) Hill , Ar . Water Clocks , p . 15

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(54) Hill , D. R. ;
on the Construction of water Clocks , Turner and Devereux (publishers) , London , 1976

(٥٥) دهمان ، كتاب الساعات (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ، ص٢٩٥ - ٣٥٧

(56) HILL , " .. Survey .. " , p. 169

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(57) HILL , Ar. Water Clocks , p . 15.

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

ولذلك نجد الباحثين ينسبون الكتاب إلى " أرشميدس المزيف Pseudo - Archimedes "[58]. وقد فصّل هِل الأسباب التي تجعلنا نجزم بأن الكتاب ليس كله من تأليف أرشميدس ، والمواد والفصول المضافة إليه ، ومنها فصل لأبُلونيُس كما سنرى[59] .

وتوجد من الكتاب نسخة مصغرة ، لعلها ترجمة مختلفة لكتاب أرشميدس الأصلي . ومنها نسخة بالظاهرية نشرها دهمان في ذيل كتاب رضوان بن الساعاتي ، مع نسخة باريس المذكورة . وأشار كنگ إلى مخطوطة بأياصوفيا قد تكون هي الأخرى لأرشميدس[60] .

٢ ـ أبُلونيُس Appolonius (ت حوالي ٢٦٠ ق .م) :

يحتوي الكتاب المنسوب إلى أرشميدس (أي النسخة الكبيرة) على رسالة لأبولونيوس النجار الهندسي، بعنوان **صفة آلة الزامر** [61] .ومنها نسخة مختصرة في المكتبة الظاهرية بدمشق [62] .وقد نشر دهمان كلتا النسختين . وقد ترجمت النسخة الأولى إلى الألمانية والإنكليزية (ضمن ترجمة الكتاب المنسوب إلى أرشميدس) ، ونشرت عنها دراسة بالألمانية [63] .

٣ ـ فيلون (ت حوالي ٢٠٠ ق . م) :

ترجم كتاب فيلون Pneumatica بعنوان **الحيل الروحانية** . وهذه الترجمة مقصود بها **الآلات الهوائية** . فكلمة الروحانية يقصد بها الهواء ، لأن كلمة روح (بفتح الراء) تعني النسيم . ومنها

(58) Wiedemann und Hauser , "Uhren ", p. 35

(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

(59) Hill, Ar . Water Clocks , pp . 16 , 17 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(60) KING , D. A. ; Isl . Astr . Instruments , article XXI, p . 296

(المرجع المذكور بالهامش 22)

(٦١) دهمان ، **كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣) ، ص ٣٤٥-٣٤٩ .

(٦٢) دهمان ، **كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ، ص ٣١٧-٣١٩ .

(63) HILL , " .. Survey .. " , p . 170

(المرجع المذكور بالهامش 21)

جاءت كلمة ريح ومروحة ورائحة . وفيما بعد نجد بعض مؤلفي العرب والمسلمين (مثل ابن الأكفاني في **إرشاد القاصد** ، وطاشكبري وحاجي خليفة) يفسرون كلمة « الآلات الروحانية » بأنها الآلات التي تسلّي وتسر الروح (بضم الراء) . وهذا خطأ واضح .

نشر كارا دفو Carra de Vaux الكتاب مع ترجمة فرنسية ودراسة عن مصادره سنة ١٩٠٣ . واعتمادا على تلك الترجمة ، وعلى النسخ اللاتينية للكتاب نشر بريگر F.D.Prager ترجمة إنكليزية لنسخ الكتاب ، كل نسخة لوحدها [64] . مع ذكر جميع مخطوطاته بكل لغة . وبين أن من النص العربي للكتاب نسختين : نسخة أياصوفيا رقم 3713 . وهي ترجمة الكتاب الأصلي ، ونسخة أخرى تحمل مستخرجات لهيرون وفيلون وأرشميدس ، بالمكتبة البودلية باكسفورد (ومنها نسخة مصورة بمعهد التراث في حلب) [65] . ومن كتاب فيلون أيضاً مخطوطة بمكتبة جون ريلاندز الجامعية بما نشستر ، منها نسخة مصورة بمعهد التراث في حلب [66] .

ونجد بمجلة **المشرق** سنة ١٩٠٤ مراجعة لطبعة كارا دفوبقلم لويس شيخو [67] وتبعاً لهِل فإن ترجمة فارادفو الفرنسية أدق كثيراً من ترجمة بريگر الإنكليزية [68] .

٤ ـ مورسطس (العصر الهلينى) :

نشر لويس شيخو في **المشرق** لسنة ١٩٠٦ ثلاث رسائل أو مقالات قصيرة في الآلات الموسيقية التي تعمل بالهواء والماء ، بعنوان **ثلاث مقالات عربية في الآلات المنغمة** . وذلك عن نسخة وحيدة

(64) PHILO, *Pneumatica*, ed by F. D. Prager. (publ. by) Dr. Ludwing Reichert Verlag, Wiesbaden, 1974.

(٦٥) قسم الفهرسة والتصنيف بمعهد التراث ، **فهرس المخطوطات المصورة** ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، ١٩٨٠ ، ص ٢٤٠ .

(66) HILL, " .. Survey .. ", P. 178
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(٦٧) لويس شيخو ، « العرب والعلوم الميكانيكية في مدرسة الإسكندرية » ، **المشرق** ، السنة ٧ (١٩٠٤) ، ص ٢٦٨ ـ ٢٧٢ .

(68) HILL, " .. Survey .. ", p. 170
(المرجع المذكور بالهامش 21)

بمدرسة الثلاثة أقمار الأرثوذكسية ببيروت . وهي منسوبة إلى مؤلف يدعى مورسطس [69] . لعله من الفترة الهلينية . وفيما بعد صدرت ثلاث دراسات عن هذه المخطوطة ، نجد ذكرها عند هل . ومن الكتاب مخطوطة أخرى في المكتبة البريطانية برقم Or . 9649 . ومنه رسالتان في مجموع برقم ٢٧٥٥ أيا صوفيا (بالمكتبة السليمانية باستنبول) [70] . وقد ذكر النديم الكتاب بعنوان « **كتاب في الآلات المصوتة المسماة بالأرغن البوقي والأرغن الزمري** » [71] .

وذكر النديم لمورسطس أيضاً كتاباً آخر بعنوان **كتاب الدوالهب** [72] . أي العجلات ، كما ذكر عنواناً مشابهاً من تأليف هرقل النجار الآتي ذكره . وتوجد عدة مخطوطات في العالم بعنوان **الدوالهب المتحركة بذاتها** ، ذكر هل منها ٦ نسخ دون أن يحدد مؤلفها [73] . وهي على الأرجح لا تعدو أن تكون إما لمورسطس أو لهرقل النجار .

٥ ـ هرقل النجار :

حسب القفطي هو أحد السبعة في بابل . والمقصود أحد السبعة علماء الذين رد عليهم الملك

(٦٩) لويس شيخو ، « ثلاث مقالات عربية في الآلات المنغمة » ، **المشرق** السنة ٩ (١٩٠٦) ، ص ١٨ ـ ٢٨ .

(70) HILL , " .. Survey " , pp. 171 , 178

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(٧١) محمد بن إسحق النديم ، **الفهرست** ، تحقيق G . Flugel و J . Roediger و A . Muller ، طبع ليبسك سنة ١٨٧١ ، نشر بالتصوير ببيروت وبغداد (حوالي سنة ١٩٦٥) ، ص ٢٧٠

وطبع بتحقيق رضا تجدد ، الطبعة الثانية ، ١٩٧٣ ، طبع على نفقة شركة البترول الإيرانية بمطبعة مروي للأفست بطهران ، ص ٣٢٩

(٧٢) النديم ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش السابق) ، ص ٢٨٥ من طبعة أوربا ، ص ٣٤٣ من طبعة إيران .

(73) HILL , " .. Survey .. " , pp . 171 , 178

(المرجع المذكور بالهامش 21)

الضحاك البيوت السبعة التي بنيت على أسماء الكواكب [74] . والملك الضحاك شخصية خرافية من أساطير الفرس القدامى . ورد ذكره عند ياقوت في مادة بابل بمعجم البلدان ، كما ذكره المسعودي في **مروج الذهب** والمطهر بن طاهر في **البدء والتاريخ** والفردوسي في **الشاهنامة** . ومن هذا نستنتج أن هرقل النجار نفسه شخصية خيالية على الأرجح .

ذكر النديم له كتاب **الدوائر والدواليب** [75] . وعنوانه الكامل **الدوائر والدواليب المتحركة من ذاتها** . منه نسخة ضمن مجموع ، برقم ٣١٥٩ / ٢ أسعد أفندي (في السليمانية بإستنبول) [76] . وقد ذكرنا أن هل ذكر أماكن ست مخطوطات أخرى بنفس العنوان ونسبها لمؤلف مجهول . وهي على الأرجح إما لمورسطس السابق ذكره أو لهرقل النجار . نترك الفصل في هذا لأبحاث المستقبل . ومن إحدى تلك المخطوطات نسخة مصورة بمعهد التراث ، تحت عنوان خاطىء هو **سر كتاب الدواليب والأرحا والروايس المتحركة** [77] . والصواب **هذا كتاب الدواليب والأرحا والروايس المتحركة من تلقاء ذاتها** . ولم يحدد الصديق مؤلف الفهرس مكان وجود المخطوطة ، وهو مكتبة آل مدتشي بفلورنسا الإيطالية [78] . ونجد في أحد بحوث خوان برنيت ما يفيد بأن هذه الرسالة منسوبة خطأ إلى مؤلف

(٧٤) علي بن يوسف القفطي ، **تاريخ الحكماء** ، وهو مختصر الزوزني من كتاب **إخبار العلماء بأخبار الحكماء للقفطي**، تحقيق يوليوس ليبرت ، نشر في ليبسك سنة ١٩٠٣ ، ونشر بالتصوير ببغداد حوالي سنة ١٩٦٥ ، ص ١٠٤ ، ١٠٥ ، ٣٥١ .

(٧٥) النديم ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٧٠ ، ٢٨٥ من طبعة أوروبا ، ص ٣٢٩ ، ٣٤٣ من طبعة إيران .

(٧٦) رمضان **ششن** ، **نوادر المخطوطات العربية في مكتبات تركيا** ، نشر دار الكتاب الجديد ببيروت ، ١٩٨٢ ، ج ٣ ص٥٢ .

(٧٧) محمد عزت عمر ، **فهرس المخطوطات المصورة ، ملحق** ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، ١٩٨٢ ، ص ١٥٨

(78) SABRA , A. I. ;
" A Note on Codex Biblioteca Medicea . Laurenziana , Or . 152 " , *Journal for the History of Arabic Science* . (Aleppo) , vol . 1, no . 2, pp . 276 283 , see p. 282 .

أندلسي مجهول [79] .

وهناك رسالة بنفس العنوان ، ذكرها هل ضمن مجموع برقم ٢٧٥٥ / ٢ أيا صوفيا (بالسليمانية بإستنبول) [80] . ومنها نسخة برقم ٣٤٦٦ / ٢ أحمد الثالث (في طوب قابي بإستنبول) [81] . وكلتاهما مستخرجتان من كتاب فيلون .

٦ - هيرون الإسكندري (اشتهر ٦٢ م) :

عرّب قسطا بن لوقا البعلبكي ، المترجم والطبيب العالم المعروف **كتاب أيرن في رفع الأشياء الثقيلة** . وذلك بتكليف من الأمير العباسي أحمد بن المعتصم (الخليفة المستعين فيما بعد) [82] . فنستنتج من هذا أن الترجمة تمت قبل خلافة المستعين سنة ٢٤٨ هـ / ٨٦٣ م ، وفي بداية شباب المترجم قسطا الذي عاش حتى حوالي عام ٣٠٠ / ٩١٣ [83] . ولم تصل إلينا أية نسخة من الكتاب في نصه الإغريقي أو بأية لغة أخرى . فهو لم يحفظ إلا في نصه العربي .

نشرت هذه النسخة العربية مع ترجمة فرنسية لكارا دڤو سنة ١٨٩٣ **بالمجلة الآسيوية** (JA) ، ثم في كتاب مستقل سنة ١٨٩٤ . ثم أعيد طبع هذه النشرة مع مقدمة كتبها هل بالفرنسية ، وشروح مستفيضة كتبها دراخمان بالإنجليزية ، وذلك عام ١٩٨٨ [84] . ويحتوي الكتاب على مبادئ الميكانيكا النظرية ، مع وصف لآلات الرفع والكبس . وقد ترجم الكتاب إلى الألمانية ونشر ضمن

(٧٩) خوان برنيت ، **الإنجازات الميكانيكية** (المرجع المذكور بالهامش ٤٧) ، ص ٤ - ٧ .

(80) HILL , " .. Survey .. " , p. 178 (المرجع المذكور بالهامش 21)

(٨١) **شش ، نوادر المخطوطات** ... (المرجع المذكور بالهامش 76) ، ج٢ ص ٢٩٨

(٨٢) هيرون ، **كتاب أيرن في رفع الأشياء الثقيلة** ، تعريب قسطا بن لوقا البعلبكي ، تحقيق كارا دڤو ، تقديم هل ، تعليقات دراخمان ، نشر Les Belles Lettres باريس سنة ١٩٨٨ ، ص ١

(٨٣) **الزركلي ، الأعلام** (المرجع المذكور بالهامش 39) ، ج٥ ص ١٩٦ ، ١٩٧ .

(٨٤) **هيرون ، رفع الأشياء** (المرجع المذكور بالهامش 82) .

مجموع يضم معظم أعمال هيرون ، وذلك في الجزء الثاني الذي صدر عام ١٩٠٠ [٨٥] .

ولنفس المؤلف كتاب **الحيل الروحانية** Pneumatica . ترجم إلى العربية في فترة الترجمة خلال العصر العباسي [٨٦] . ولكن لم يصل إلينا في نصه العربي . إنما وصلت إلينا أكثر من مئة مخطوطة بالإغريقية والألمانية واللاتينية ، ونشر في طبعة ألمانية وأخرى إنكليزية [٨٧] . وله كتاب آخر في الآلات المتحركة ذاتيا Automata . نشر أيضاً بالألمانية عن مخطوطات غير عربية . وكلا الكتابين لا نشك في تأثيره على الكتب العربية اللاحقة التي ألفت في موضوع الآلات الميكانيكية .

٧ - منلاوس Menelaus الإسكندري (اشتهر ١٠٠ م) :

له **كتاب في معرفة كمية تمييز الأجرام المختلطة** أي فرز مكونات السبائك بطرق أرشميدس . ترجم إلى العربية [٨٨] ولم يصل إلينا . ولكن منه نقولا طويلة في **ميزان الحكمة** للخازني . فعنوان الباب الرابع من المقالة الأولى هو « في رؤوس مسائل منالاوس في الثقل والخفة » . وفي الباب الأول من المقالة الرابعة نجد وصفا لميزان أرشميدس من تأليف منلاوس . والباب الثاني (أيضاً من المقالة الرابعة) هو « في طرق مانالاوس إذا كانت الكفتان كلتاهما معاً في الماء ، أو كانت إحداهما فيه والأخرى في الهواء . . . في ثلاثة فصول » . والباب الرابع (من المقالة الرابعة) عنوانه « في تفسير قول مانالاوس الحكيم في أوزان الفلزات بالميزان المطلق والهوائي والمائي قال مانالاوس : الخ » [٨٩] .

(85) DRACHMAN , A . G. ;
" Hero of Alexandria " . *Dictionary of Scientific Biography* , vol . 6 , pp. 313, 314 , 1981

(٨٦) **النديم ، الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٩٩ من طبعة أوربا ، ص ٣٢٨ من طبعة إيران .

(87) DRACHMANN , A . G . ; Hero , pp . 314 , 315 .
(المرجع المذكور بالهامش 85)

(٨٨) **النديم ، الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٦٧ من طبعة أوربا ، ص ٣٢٧ من طبعة إيران .

(٨٩) عبد الرحمن **الخازني ، ميزان الحكمة** ، نشر دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد ، ١٣٥٩ هـ (١٩٤٠ م) ، ص ٢٢ ، ٧٨ ، ٧٩ ، ٨٦ .

٨ - بَپُّس Pappus الإسكندري (حوالي ٣٥٠ م) :

وصل إلينا من مؤلفات پپس **مجموع** يقع في ثماني مقالات ، الثامنة منها في الميكانيكا [90] .
وقد ترجمت هذه المقالة لبني موسى بن شاكر (القرن ٣ هـ / ٩ م) بعنوان **مدخل بيوس إلى علم الحيل** (وكتب العنوان بيوس بالياء في فهارس المخطوطات المختلفة) . وقد وصل إلينا في مخطوطة واحدة برقم ٣٤٥٧ أحمد الثالث (طوب قابي بإستنبول) . ومنها نسخة مصورة بمعهد المخطوطات بالقاهرة . وقد نشرت عنها دراسة سنة ١٩٧٢ [91] . وفيما عدا هذه الدراسة لا نجد أحدا ممن ترجموا لپپس ذكر هذه المخطوطة . حتى المصادر التراثية العربية لم تذكر هذه الترجمة ، فيما عدا مصدر واحد متأخر هو حاجي خليفة [92] .

نجد في الكتاب مناقشة مستفيضة لمركز الثقل والأسس النظرية في الميكانيكا . ثم يقتبس المؤلف نصوصاً من هيرون عن القوى الميكانيكية الخمس : وهي العجلة والجزع axle (وهو محور العجلات) والرافعة والبكرة والإسفين والقلاووظ ، ويصف بعض الآلات القائمة عليها .

وقد تحرف اسم پپس كثيراً في كتب التراث . نجده في أكثر نسخ **الفهرست** باسم « بلس » وقد انتبه فلوگل إلى هذا الخطأ وصححه في النص وفي تعليقاته بالطبعة الأوربية [93] . إلا أن الإسم عاد

(90) BULMER - THOMAS , I. :
" Pappus of Alexandria " , *Dictionary of Scientific Biography*, vol . 10 , pp . 293 - 304 , 1981 .

(91) JACKSON , D . E. P .
" The Arabic Translation of a Greek Manual of Mechanics " , *Islamic Quarterly* , vol. 16 (1972) , pp . 96 - 103 .

(٩٢) حاجي خليفة ، **كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون** ، بتحقيق G . Flugel ، نشر في لندن سنة ١٨٥٨ ، طبعة مصورة بدار صادر ببيروت حوالي عام ١٩٩٤ ، ج٥ ص ٤٧٢ .

(٩٣) النديم ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٦٩ من طبعة أوربا ، وج٢ ص ١٢٤ من تعليقات المحقق .

وتحرف في الطبعة الإيرانية ، برغم اطلاع المحقق تجدد على تصحيح فلوگل [94] !! وفي **كشف الظنون** نجد اسمه مرة « بيوس » بالياء ، و «بلبس » مرة أخرى . و «بتس » مرة ثالثة [95] . وفي هذا الكتاب لم ينتبه المحقق فلوگل إلى أن الأسماء الثلاثة لشخص واحد .

وورد اسمه في **ميزان الحكمة** للخازني « فوفس » بالفاء [96] . ولكن نجده في طبعة حيدر أباد «قوقس» بالقاف [97] . فنجد الباب السابع من المقالة الأولى في ذلك الكتاب « في صنعة مقياس المائعات في الثقل والخفة ، والعمل به ، للحكيم فوفس الرومي » .وفيه يصف الخازني بالتفصيل آلة مقياس الوزن النوعي أو الكثافة النسبية للسائل hydrometer وكيفية استخدامها . ويعتبر كتاب الخازني المصدر الوحيد لعمل پپس هذا ، حيث لم يرد له وصف في أي من كتبه التي وصلت إلينا بالإغريقية أو غيرها [98] . وقد صحح خانيكوف (الذي درس كتاب الخازني لأول مرة) وصف ورسوم مقياس پپس . ثم صححتها أكثر لجنة مراجعة البحث بجمعية المستشرقين الأمريكية التي نشرت بحثه سنة ١٨٥٩ [99] . ثم صححها فيما بعد هل ، في كتابه الأخير الذي صدر قبيل وفاته [100] .

(٩٤) **النديم** ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٣٢٨ من طبعة إيران .

(٩٥) **حاجي خليفة** ، **كشف الظنون** (المرجع المذكور بالهامش ٩٢) ، ١/ ٣٨٣ و ٥/ ٦٢ و ٥/ ٤٧٢

(96) KHANIKOFF , N. " Analysis and Extracts of ميزان الحكمة *Journal of the American Oriental Society* , vol . 6 (1859) , pp . 1 128 , see pp. 18 , 40 . 42 , 52 .

(٩٧) **الخازني** ، **ميزان الحكمة** (المرجع المذكور بالهامش 89) ، ص ١١، ٢٨ ، ٣١ ، ٣٣ .

(98) BULMER - THOMAS , I . ; " Pappus " , pp . 300 - 301 (المرجع المذكور بالهامش 90)

(99) KHANIKOFF , N. " Analysis and Extracts " (المرجع المذكور بالهامش 96)

(100) D. R . Hill , Islamic Sc . & Engg . , pp . 61 - 63 (المرجع المذكور بالهامش ١٣)

أحمد بن موسى بن شاكر (ت حوالي ٢٧٠ / ٨٨٤)

١ ـ كتاب الحيل :

اعتاد بنو موسى بن شاكر أن ينسبوا الكتب المؤلفة من قبل أحدهم إلى الأخوة جميعاً . فيقال بأن كتاب كذا من تأليف بني موسى وهو من تأليف واحد منهم ومراجعة ـ ربما طفيفة ـ من قبل الآخرين . فالكتاب الهام والمشهور في الآلات الميكانيكية من تأليف أحمد الذي كان متفوقاً على جميع معاصريه في هذا المجال [(١٠١)] . وقد نسب النديم في **الفهرست** كل كتاب من مؤلفات بني موسى صراحةإلى مؤلفه الفعلي من بين الإخوة ، فذكر أن كتاب الحيل الذي نحن بصدده من تأليف أحمد [(١٠٢)] . وعن النديم نقل القفطي [(١٠٣)] .

وفي نسخة الفاتيكان نسب الكتاب إلى بني موسى على الغلاف . ولكن داخل الكتاب نجد نصوصاً تنسب الكتاب صراحة إلى أحمد . ففي بداية الشكل ٢٣ نقرأ « هذا الكتاب الثالث من كتاب أبي الحسن أحمد بن موسى المنجم رحمه الله في الحيل » ، وكذلك في بداية الشكل ٤٣ والشكل ٦٦ نجد عبارات مشابهة [(١٠٤)] .

وقد نشر كتاب الحيل بتحقيق ممتاز لأحمد يوسف الحسن وآخرين سنة ١٩٨١ [(١٠٥)] . وترجم قبلها إلى الإنكليزية بقلم هل سنة ١٩٧٩ ، وإلى الألمانية من قبل فيدمان وهوسر سنة ١٩٢٢ [(106)] .

(١٠١) **القفطي** ، **أخبار الحكماء** (المرجع المذكور بالهامش ٧٤) ص ٤٤٢ .

(١٠٢) **النديم** ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش ٧٩) ، ص ٢٧١ من طبعة أوربا ، ص ٣٣١ من طبعة إيران

(١٠٣) **القفطي** ، **أخبار الحكماء** (المرجع المذكور بالهامش ٧٤) ، ص ٣١٦ .

(١٠٤) **بنو موسى** بن شاكر ، **كتاب الحيل** ، تحقيق أحمد يوسف الحسن وآخرين ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، ١٩٨١ ، ص ٧٩ ، ١٤٠ ، ٢٣١ .

(١٠٥) المرجع السابق .

(106) HILL , " .. Survey .. " , p . 172
(المرجع المذكور بالهامش 21)

ويحتوي على آلات تسلية تعتمد على علم سكون الموائع (hydrostatics و aerostatics) وعلى فوارات ، ومصابيح ذات خواص معينة ، ومضخة هواء (تنفس صناعي) للعاملين في الآبار والمناجم ، وجهاز لالتقاط الأشياء الثمينة من قاع الماء .

وبرغم ما يبدو من أن أكثر الآلات ليست ذات منفعة عملية ، إلا أنها احتوت على ما يبهر كل مؤرخ للتقانة (التكنولوجيا) من ناحية إحاطة المؤلف بمبادىء علم سكون الموائع وتغير الضغط وإتقان استعمال صمامات التحكم الذاتي وأجهزة الفتح والإغلاق . وكل هذه المفاهيم يجعل الكتاب متطوراً بشكل كبير عن الكتب السابقة من العهد الهليني ، أي الكتب المترجمة التي ذكرناها . بل إن التطبيقات العملية أو التقانات التي احتواها الكتاب لم يأت عالم لاحق بأكثر تطوراً منها إلا في العصور الحديثة [١٠٧] . وقد فصّل كل من الحسن وهِل الحديث عن مصادر هذا الكتاب وإضافاته إلى التقانة في مقدمة تحقيق كل واحد منهما ، فأكتفي بالإحالة إليهما .

٢ ـ وصف الآلة التي تزمر بنفسها :

نشرت هذه الرسالة في المشرق سنة ١٩٠٦ [١٠٨] . وهي ضمن المجلد الذي نشرت منه رسالة مورسطس السابق ذكرها . وهي نسخة خالية من الرسومات التوضيحية ، ولم تعرف منها أية نسخة أخرى في العالم حتى اليوم . وقد ترجم النص بتصرف إلى الألمانية من قبل فيدمان سنة ١٩٠٩ ، مع بعض رسومات توضيحية . كما ترجم إلى الإنكليزية من قبل فارمر سنة ١٩٣١ . وتعتبر ترجمة فارمر أكثر دقة ووضوحاً ، ورسوماتها أكثر دلالة على النص [109] .

وقد أشار هِل إلى أن الرسالة تحتوي على وصف آلة متطورة لم تنل حظها بعد من الدراسة من قبل مؤرخي التقانة والالات الموسيقية . فهي تحتوي على العديد من الحركات المتقنة الدقيقة وأنظمة

(١٠٧) المرجع السابق نفس الصفحة .

(١٠٨) لويس شيخو ، « وصف الآلة التي تزمر بنفسها » ، المشرق ، السنة ٩ (١٩٠٦) ، ص ٤٤٤ ـ ٤٥٨ .

(109) HILL , " .. Survey ... " , pp . 170 , 172 , 173 .

(المرجع المذكور بالهامش ٢١)

التحكم[110]. وفاته الإشارة إلى أن هذه الرسالة ورد ذكرها في **الفهرست** بعنوان **كتاب الأرغن**[111].

ثابت بن قرة (٢٢١ / ٨٣٦ ـ ٢٨٨ / ٩٠١)

ألف ثابت العديد من الكتب والرسائل في الرياضيات والفلك والطب ، كما ترجم العديد أيضاً. إلا أننا نهتم هنا بما ألفه في مجال الآلات الفلكية ونظرياتها ، الأمر الذي له الأثر الواضح على من أتى بعده من المهندسين .

١ ـ كتاب القرسطون :

كلمة قرسطون تأتي على الأرجح من أصول فارسية وأرمنية . وتعني الرافعة lever ، كما كانت تعني ميزان القبان steelyard الذي هو ميزان أحادي الكفة يعتمد على مسطرة طويلة مدرجة . ولا يخفى أن القبان مشتق أصلاً من الرافعة . وذكر بعض الباحثين أن النديم والقفطي ذكرا أن ثلاثة مؤلفات ألفت في القرسطون : لبني موسى وقسطا بن لوقا وثابت[112] . ولكن الواقع أن كتب التراث لا تذكر كتابا لثابت بهذا العنوان . وإنما ذكر القفطي كتاب ثابت بعنوان مختلف هو « في أن سبيل الأثقال التي تعلق على عمود واحد مفصّلة هو سبيلها إذا جعلت ثقلاً واحدا مبثوثاً في جميع العمود على تساو »[113].

قبل الحرب العالمية الأولى كانت توجد ثلاث نسخ من الكتاب : واحدة في دير الآباء اليسوعيين Jesuit ببيروت ، والثانية في مكتبة الدولة ببرلين ، والثالثة في مكتب الهند بلندن . إلا أن اثنتان من هذه فقدتا ، ولم تبق إلا نسخة لندن (برقم Ar . 767 الرسالة السابعة ضمن المجلدة ، الأوراق ١٩٨ـ٢٠٨) .

(١١٠) المرجع السابق ، ص ١٧٣

(١١١) النديم ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش ٧١) ، ص ٢٨٥ من طبعة أوربا ، ص ٣٤٣ من طبعة إيران .

(112) JAOUICHE , K
" al - KARASTUN " . *Encyclopaedia of Islam* , vol . 4 (1975) , p . 629 .

(١١٣) القفطي ، **أخبار الحكماء** (المرجع المذكور بالهامش ٧٤) ، ص ١١٧ .

يصف ثابت في هذه الرسالة توازن القوى على الرافعة عندما يعلق قضيب من مادة متجانسة ، وتكون نقطة تعليقه بعيدة عن مركز الثقل ، وتعلق أثقال على أماكن معينة من القضيب لتحقيق التوازن . وهناك أكثر من سبب يوضح أهمية عمل ثابت في العلوم والتقانة . فمن ناحية علم السكون (الاستاتيكا) نجد أن كتاب ثابت أول مصدر يسجل بداية لما عرف فيما بعد بموضوع عمليات الإزاحة . ومن ناحية الرياضيات فإن الافتراض Proposition الرابع بالكتاب له أهمية في تاريخ حساب التكامل . ففي هذا القسم من الكتاب يطبق ثابت المبادىءالتي استعملها أرشميدس لحساب المساحات على إيجاد كمية الحركة الساكنة static momentum للقضيب المتجانس . ويبدو أن نظريات ثابت لم تلق من يأخذ بها في الأجيال اللاحقة من الشرق والغرب . حيث تم اكتشاف نفس استنتاجاته من قبل علماء آخرين ، ولكن بطرق أخرى متفرعة عن نظريات أرشميدس . بينما ثابت كان مستقلاً في آرائه عن أرشميدس .

وقد ترجم كتاب ثابت إلى اللاتينية من قبل جيرار الكريموني (ت ١١٨٧ م) . وفيما بعد ترجمه فيدمان إلى الألمانية سنة ١٩١١ . ونجد مقارنة بين الأصل العربي وهاتين الترجمتين عند خليل جاويش الذي أعد ترجمة فرنسية نشرت سنة ١٩٧٦ [114]-[115]- . وقد ترجمت نسخة جيرار اللاتينية إلى الإنگليزية سنة ١٩٥٢[116] . ولم ينشر الكتاب بالعربية حتى الآن .

٢ ـ في صفة استواء الوزن واختلافه :

لم تصل إلينا هذه الرسالة بشكل مستقل ، وإنما جاءت ضمن كتاب **ميزان الحكمة** للخازني . وهي تحتوي على وصف توازن ميزان عادي بكفتين . وقد نص ثابت فيها على أنه يريد شرح كلامه لمن

(114) JAOUICHE . K . " al - KARASTUN "
(المرجع المذكور بالهامش 112)

(115) Tabit b. Qurra , (trad . et etude avec) K. Jaouiche . *Le livre du Qarastun* , Collection de travaux de l'Academie internationale d ' histoire des sciences , Leide , 1976

(116) ROSENFELD . B. A. and A. T . GRIGORIAN ;
" Thabit ibn Qurra " , *Dictionary of Scientific Biography*, vol . 13 , pp. 288-295, see pp . 292 - 294 .

ليست لديه خلفية حول الهندسة والفيزياء (علم الطبائع حسب تعبيره) [117].

البيروني (٣٦٢ / ٩٧٣-٤٤٠ / ١٠٤٨)

نجد في كتابات البيروني إشارات إلى ممارسته العمل بالآلات الميكانيكية ومعرفته بطريقة صنعها وأدائها . ففي **الجماهر في معرفة الجواهر** يتحدث عن حجر الجزع قائلاً : « وهو حجر يفضل أمثاله (أي يتفوق عليهم) في الصلابة . ويدلك عليه أن مداخل البنكانات (أي الساعات المائية) المقدرة للساعات تعمل من جزعة مثقوبة ، مركبة في بكيندان (صفيحة الجزعة في كتب الميكانيكا التراثية) ملحم على أسافلها . واختير لذلك بسبب صلابته ، كيلا يسرع تأثره من الماء الدائم الجريان ، فتتسع الثقبة ، فيزول عنها التقدير [118]. وفي **الآثار الباقية** يتحدث عن نظرية الأواني المستطرقة وتطبيقاتها في الطبيعة ، فيجزم بوجود خزانات للمياه بمستوى أعلى من العيون التي يصعد ماؤها إلى أعلى . ويسوق أثناء حديثه ذلك وصفا لعمل آلات ميكانيكية هي : الفوارات أو النوافير ، وه الآلة التي تسمى سارقة الماء (أنبوب على شكل حرف U) فإنك إذا ملأتها ماءً ووضعت كلا طرفيها في آنيتين سطح ما فيهما من الماء سطح واحد ، فإن الذي فيها من الماء يقف ولو دهرا ، لا ينصب إلى إحدى الآنيتين .. الخ » . ويتحدث عن السراج الخادم نفسه ، أي الذي يأخذ الزيت بمقادير ثابتة من خزانة مجاورة [119].

وفي قائمة مؤلفاته نجد رسالة مكونة من ١٥ ورقة لم تصل إلينا ، عنوانها **مقالة في تعبير الميزان**

(١١٧) **الخازني ، ميزان الحكمة** (المرجع المذكور بالهامش ٨٩ ، ص ٣٣-٣٨

(١١٨) أبو الريحان محمد بن أحمد **البيروني** : **الجماهر في معرفة الجواهر** ، تحقيق سالم الكرنكوي الألماني (فرتز كرنكو) ، نشر دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد ، ١٣٥٥ هـ (١٩٣٧ م) ، وطبع مصورا ببيروت مرارا (دون ترخيص ، مع شطب الفهارس والخاتمة) ، ص ١٧٤

(١١٩) **البيروني** ، **الآثار الباقية عن القرون الخالية** ، تحقيق إدوارد سخاو ، نشر في ليبزك سنة ١٩٢٣ ، أعادت طبعه بالتصوير دار صادر ببيروت (حوالي عام ١٩٩٢) ، ص ٢٦٢ - ٢٦٤ .

لتقدير الأزمان [١٢٠] - [121] . وهي تدور حول استعمال ميزان القبان كساعة مائية . وهي نفس فكرة المقالة الثامنة من كتاب **ميزان الحكمة** للخازني ،الآتي ذكره .

إلا أن الأثر الوحيد الذي وصل إلينا من مؤلفات البيروني في الميكانيكا هو فصل من كتابه **استيعاب الوجوه الممكنة لصنع الأسطرلاب** الذي وصلت إلينا منه أكثر من عشر نسخ حول العالم . وهو وصفه لآلة « حق القمر » ، أي علبة تغير حجم القمر من هلال إلى بدر والعكس . والآلة عبارة عن أسطرلاب ذي تروس ، يحرك مستعملها ترسا واحدا منها فتتغير أيام الأسبوع وحجم القمر والشهر والسنة . فهي إذن إحدى مقدمات صنع ساعة التروس التي ظهرت لأول مرة في الغرب في نهاية القرن ١٣ م . وهذا سبب واحد يبين أهمية هذا الأثر . والسبب الآخر هو أن آلات التروس والكتابات حولها قبل انتشار الساعات الميكانيكية قليلة نادرة . حيث وصلت إلينا قطعة متآكلة يعود تاريخها إلى القرن الأول قبل الميلاد ، يرجح أنها من الحضارة الهلينية ، وقطعة يقدر تاريخها بحوالي عام ٥٠٠ م من بيزنطة ، وقطعة وحيدة من العصر الإسلامي مؤرخة سنة ٦١٨ هـ / ١٢٢١ م من صنع محمد بن أبي بكر الراشدي الآبري الأصفهاني [122] (كلمة آبري تعني من قرية آبر بفارس ، وليس صانع الإبر كما يرد في كتابات الغربيين) . أما الكتابات حول التروس فلا نجد قبل عصر النهضة الأوربي سوى الفصل الذي نتحدث عنه للبيروني وكتاب ابن خلف المرادي الآتي ذكره .

لم ينشر كتاب **الاستيعاب** كاملا برغم صغر حجمه وغزارة فائدته وسبقه في كثير من مجالات العلوم والتقانة . إلا أن الفصل الخاص بحق القمر أو أسطرلاب التروس نشر عام ١٩٨٥ ، مع ترجمة

(١٢٠) البيروني، **فهرست كتب الرازي** ، (ملحق به فهرست كتبه هو) ، نشره سخاو في مقدمة كتاب **الآثار الباقية** المذكور في الهامش السابق ، ص xxxxiii (٤٣) من المقدمة . وقد نشر الفهرست في طبعات أخرى .

(121) KHAN, A. S.
A BIBLIOGRAPHY of the Works of Abul - Raihan
Al - Biruni , Indian National Science Academy , 1982 , p . 22 , no . 51 .

(122) FIELD, J. V. and M. T. WRIGHT
Early Gearing , Science Museum , 1985 .

وبعض تعليقات كتبها هل [123] . وقد كتب هل بحثه ذلك بمناسبة معرض أقيم في ذلك العام ، عنوانه « التروس المبكرة » Early Gearing ، أعده متحف العلوم بلندن . وأعدت أمينة المتحف وأحد مساعديها أكثر من دراسة في تلك المناسبة . منها دراسة تصدرت السجل المصور (الكتلوج) الصادر للمعرض ، نجد فيها وصف الات التروس الهلينية والبيزنطية والإسلامية التي ذكرناها . وفيها ذكر مساهمة البيروني ، ولكن ليس فيها ذكر مساهمة المرادي [124] .

وقد وصف تقي الدين بن معروف الآتي ذكره حق القمر في الفصل الأول من كتابه **الطرق السنية في الآلات الروحانية** [125] . وفي كتابه الآخر **الكواكب الدرية في البنكامات الدورية** يصف صنع الساعات الميكانيكية ذات التروس ، التي كانت تأتي إلى إستنبول من دول أوربا . ويوضح أن القدامى لم يؤلفوا في هذا المجال « سوى شيء يسير في رسائل حق القمر والصفيحة الكسوفية مما يشبه صناعاتها » [126] . فهو يقرر هنا أن رسائل حق القمر كانت من مقدمات اختراع الساعات الميكانيكية ذات التروس .

(123) HILL , D . R.
" al - Biruni ' s Mechanical Calendar " , *Annals of Science* , vol . 42 (1985) , pp . 139 - 163 .

(124) FIELD and WRIGMT , " Early Gearing "
(المرجع المذكور بالهامش رقم 122)

(١٢٥) **تقي الدين** محمد بن معروف ، **الطرق السنية** (المرجع المذكور بالهامش رقم ١٠) ، الفصل الأول .

(126) TEKELI , Sevim
16 ' inci Asirda Osmanlilarda Saat (The Clocks in ottoman Empire in the 16th Centuey) , Ankara University , 1966 , p . 216
حققت الباحثة في هذا الكتاب النص العربي لرسالة **الكواكب الدرية في البنكامات الدورية** لتقي الدين ، مع دراستين تمهيديتين وترجمتين لنص الرسالة بالتركية وبالإنكليزية

ابن خلف المرادي (القرن ٥ ـ ٦ هـ / ١١ ـ ١٢ م)

في عام ١٩٧٧ نشر هل في مجلة تاريخ العلوم العربية بحلب أو ل دراسة عن مخطوطة في الميكانيكا ، ضمن مجموع في مكتبة آل مدتشي بفلورنسا الإيطالية . وعنوان تلك المخطوطة **كتاب الأسرار في نتائج الأفكار** . وكانت أغلب الرسائل في المجموع من تأليف ابن معاذ الجياني ، فنسب ذلك الكتاب أيضاً للجياني [127] . إلا أن عبد الحميد صبرة سرعان مانشر بحثاً في نفس المجلة يوضح فيه محتويات المجلد المذكور ، ويبين فيه أن **كتاب الأسرار** من تأليف ابن خلف المرادي كما يبدو من الصفحة الأولى منه . وكان تاريخ الانتهاء من نسخ الكتاب هو ٢١ / ٨ / ٦٦٤هـ ٢٨ / ٥ / ١٢٦٦ م [128] . وبعدها أوضحت الباحثة الإسبانية ماريا فكتوريا فلونداس M. V. Villuendas أن ناسخ المجموع كله هو الحبر اليهودي إسحق بن سيد ، الملقب برابي زاك Rabi Zag . وهو المترجم العالم الذي كان يترجم الكتب العربية في بلاط الفونسو العاشر الملقب بالعالم أو الحكيم El Sabio . وهو الذي ترجم العديد من الكتب في مجموعة كتب المعرفة بعلم الفلك الآتي ذكرها [129] .

لا نعرف شيئاً عن ابن خلف . وإنما قدرت الفترة التي عاش فيها تقديراً ، فهو حتماً عاش قبل زمن طويل من تاريخ نسخ كتابه بقلم ابن سيد الذي لم يجد منه سوى نسخة واحدة . وفي نفس الوقت هو ينقل عن العالم الفلكي ابن الصفار المتوفى سنة ٤٢٦ / ١٠٣٥ . فابن خلف عاش إذن في فترة متزامنة أو متأخرة عن ابن الصفار .

(127) HILL , D. R.
" A Tretise on Machines , by Ibn Mu' adh al Jayyani " , *Journal for the History of Arabic Science* , vol . 1,no . 1, pp. 33 - 46 .

(128) SABRA , A . I. , " Note on Codex "
(المرجع المذكور بالهامش 78)

(129) VILLUENDAS , Maria Victoria
" A Further note on a Mechanical Treatise Contained in Codex Medicea Laurenziana, Or . 152 " , *Journal for the History of Arabic Science* , vol . 2 ,2, no . pp . 395 - 396

يتكون الكتاب من ٣١ «شكلاً» أو وصفا للأجهزة الآتية : الأشكال الأول إلى الخامس لعب دمى متحركة كبيرة الحجم ، ولها آلات ذاتية الحركة automata تعمل وتتوقف بانتظام . والأشكال ٦ - ٢٠ و ٢٧ - ٣٠ ساعات مائية تقيس الساعات الزمانية (غير المستوية) بآلات ذاتية الحركة . والأشكال ٢١ - ٢٤ أجهزة حربية على شكل أبراج يتم رفعها وخفضها بحركات مقص تشبه حركة « الملقط المفصّل » lazy tong . والشكلان ٢٥ و ٢٦ آلتان لرفع الماء من الآبار . والشكل ٣١ ساعة شمسية دولية ، أي صالحة لكل مدينة .

فصّلنا الحديث عن محتويات الكتاب لأن النسخة الوحيدة التي وصلت إلينا منه مهترئة ، وأجزاء كبيرة من كل صفحاتها تالفة ، إلى الحد الذي قد يتعذر معه نشر الكتاب مطبوعاً . إلا أن الدراسات عنه لم تتوقف منذ ١٩٧٧ . والنقاط التالية توضح أهميته في تاريخ التقانة بالعالم :

١ - يستعمل الكتاب التروس بشكل مكثف . فيضم مجموعات معقدة من تلك التروس ، بعضها جديد وبعضها صعب التخيل لمن ليس بارعاً في الحساب والهندسة . ومنها التروس المجزأة التي تتيح حركة متقطعة ، والتروس الدائرة في فلك أخرى أكبر منها .

٢ - بعض الآلات يستعمل الزئبق بدل الماء كوسيط لنقل الحركة . واستعمال الزئبق لم يرد في الكتب العربية إلا في هذا الكتاب وفي مجموعة **كتب المعرفة بعلم الفلك** الآتي ذكرها . فإذا تذكرنا أن إسحاق بن سيد هو ناسخ هذا الكتاب ، وهو أحد أبرز مترجمي **كتب المعرفة بعلم الفلك** ، وضح السبب في الترابط بين مواضيع الكتابين .

٣ - يعتبر الكتاب مقدمة أو إرهاصا لتطور حتمي هو ظهور الساعات الميكانيكية ذات التروس في الغرب . وقد يكون مبتكر هذه الساعات أندلسيا ضاع مجهوده وسط الفتن السياسية بالأندلس في تلك الفترة . وعلى كل حال حتى لو ثبت أن الساعة الميكانيكية اختراع أوربي صرف فإن تأثير التقانة العربية الإسلامية على ذلك الاختراع كان موضوعاً لأكثر من بحث من بحوث

هل [130] - [131] .

قلنا إن البحث حول الكتاب لم ينقطع منذ عام ١٩٧٧ . ومن أبرز من بحثوا في محتوياته خوان برنيت الذي نشر أكثر من بحث في شرح تركيب وعمل آلاته . بل وأشرف على صنع آلتين منه . ونكتفي هنا بالإشارة إلى بحث له ولهل ، فيهما عناوين بحوث أخرى ، بالإضافة إلى البحوث الأخرى التي ذكرناها في الهوامش السابقة [١٣٢] - [133] . ويضم كتاب هل الأخير وصفا لما تم استنتاجه من الكتاب حول حركات التروس المتطورة [١٣٤] .

الخازني (ح ٤٧٠ / ١٠٧٧ - ح ٥٣٠ / ١١٣٥)

١ - الكرة التي تدور بذاتها :

كتب الخازني هذه الرسالة في بداية عهده بالتأليف ، حيث كان الخازني غلاما لعلي الخازن المروزي ، ثم اشتهر بالعلم ، فكان يؤلف كتبه مهداة إلى السلطان سنجر السلجوقي ، إلا هذه الرسالة التي نحن بصددها ، فهي مهداة إلى مولاه علي ، بإطراء زائد للمولى في مقدمة الرسالة . وفيها يصف المؤلف ساعة فلكية رملية . ينصب فيها الرمل من أسطوانة وفي أعلاه ثقل رصاص يهبط تدريجياً مع تناقص مستوى الرمل . وبهبوطه يجر خيطا متصلا ببكرة . والبكرة متصلة بتروس تدير آلة « ذات الكرسي » الفلكية . وللجهاز ملحق تابع هو ربع دائرة مقسم كالمنقلة إلى ٩٠ قسما ، يستعمل مكملا

(130) HIL , D . R.
" Islamic Fine Technology and its Influence on the Development of European Horology " , *Al - Abhath* , vol . 35 (1987) , pp . 9 - 28 .

(131) HILL , D. R .
" Sa ' a" , *Encyclopaedia of Islam* , vol . 8 (1995) , pp . 654 - 656 .

(١٣٢) خوان برنيت « الإنجازات الميكانيكية » (المرجع المذكور بالهامش رقم ٤٧) .

(133) HILL , " .. Survey .. " , pp . 176 - 177

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(134) D . R. Hill , Islamic Sc . & Engg . , p. 141 .

(المرجع المذكور بالهامش 43)

لأعمال الرصد بالآلة الرئيسة .

وهذه الآلة كانت مما عرفته الحضارتان الهلينية والصينية القديمة . وعندما نشر لورش رسالة الخازني استعرض ما عرفه السابقون لتلك الرسالة . ونشر في بحثه النص العربي مع ترجمة إنكليزية وشروحات وتعليقات (١٣٥) .

٢ ـ ميزان الحكمة :

يعتبر هذا الكتاب أحد أهم كتب الميكانيكا والفيزياء ، وعلم سكون السوائل (الهيدروستاتيكا) في القرون الوسطى . وفيه يبدأ المؤلف بمقدمات مفيدة يذكر ضمنها تاريخ المواضيع التي يتطرق إليها ، وهي : (١) كيفية إيجاد الأوزان النوعية (٢) جدول بالأوزان النوعية لعدة مواد صلبة وسائلة (٣) نظرية الجاذبية (٤) النسب بين الجواهر والفلزات ذات الحجم المتساوي (٥) ضغط الهواء (٦) الخاصية الشعرية (٧) استعمال مقياس السوائل aerometer لقياس كثافة السائل وتقدير درجة حرارته (٨) نظرية الروافع (٩) تطبيق الميزان لمعرفة وزن الأرض (١٠) تطبيق الميزان لقياس الزمن ومعرفة الوقت .

يمتاز عمل الخازني هذا بدقة الملاحظات والبرهنة على كل نظرية ، والاعتماد لأقصى درجة على التجارب بدلا من الاكتفاء بالنظريات . وقد نشرت معظم نصوص الكتاب لأول مرة عام ١٨٥٩ م عندما اقتنى سفير روسيا في تبريز عاصمة إيران في ذلك الوقت نسخة من الكتاب ، هي الآن محفوظة في بطرسبورگ . ونشر عن تلك النسخة مقتطفات مترجمة إلى الإنكليزية شملت معظم الكتاب ، مع تعليقات للمحقق وأخرى للجنة النشر بجمعية الاستشراق الأمريكية (١٣٦) - (137) . ونجد

(135) LORCH , R . ;
" Al Khazini ' s Sphere that Rotates by Itself " , *Journal for the History of Arabic Science* . (Aleppo) vol . 4 , no .2 , pp . 287 - 329

(١٣٦) نجيب عقيقي ، المستشرقون (المرجع السابق ذكره بالهامش 19) ج٣ ص ٦٠ ، ٧٣ ، ٧٤ .

(137) KHANIKOFF , N . " Analysis .. etc . "
(المرجع السابق ذكره بالهامش 96)

كذلك وصفا مطولا لمحتويات الكتاب عند المستشرق هول الذي اعتبر الخازني من أعظم صانعي الآلات في مختلف العصور [138].

ثم طبع الكتاب محققا باعتماد المخطوطات الثلاث المعروفة عنه : وهي مخطوطة بطرسبورگ ومخطوطتان بالهند . وذلك بتصحيح هاشم الندوي في حيدر أباد سنة ١٣٥٩ / ١٩٤٠ . وطبع كذلك في القاهرة بتحقيق غير جيد ، عن مخطوطة ناقصة لم يذكر مصدرها . وذلك سنة ١٩٤٧ [139].

وقد ترجمت الثامنة من الكتاب (وهي الأخيرة ، وتتكون من فصلين ، موضوعهما هو استعمال الميزان كساعة تعمل بالماء أو الرمل) إلى الألمانية من قبل فيدمان الذي لم يطلع إلا على مخطوطة واحدة ، وهي مخطوطة بطرسبورگ التي ينقصها الفصل الثاني ، وهو وصف « الميزان اللطيف » . وترجمت المقالة كاملة إلى الإنگليزية بقلم هل الذي اعتمد طبعة حيدر أباد [140].

رضوان بن الساعاتي (ألف كتابه سنة ٦٠٠ / ١٢٠٣)

في سنة ٥٦٤ / ١١٦٩ كان حاكم دمشق وبلاد الشام هو نور الدين محمود بن زنكي ، الملك العادل المجاهد . وكان ناظر الساعات بجامع دمشق هو المهندس الميكانيكي محمد بن علي الخراساني . وفي تلك السنة وقع حريق خارج الجامع الأموي بدمشق ، بجوار الباب المعروف بباب جيرون ، أو باب الساعات كما كان يسمى . وذلك لوجود ساعة مائية كبيرة تحدد الوقت به . واحترقت تلك الساعة ضمن ما احترق . فقام ذلك المهندس ببناء ساعة جديدة كبيرة مدهشة . زارها ابن جبير سنة ٥٨٠ / ١١٨٤

(138) HALL , R. E. ;
" Al Khazini " , *Dictionay of Scientific Biography* , vol . 7 , pp . 335 351 .

(١٣٩) لطف الله قاري ، « أضواء جديدة على أبي الفتح الخازني » ، **أبحاث الندوة العالمية الرابعة لتاريخ العلوم عند العرب** ، نشر معهد التراث العلمي العربي ، ١٩٩٢ ، ج١ ص ٩١ - ١٠٨ .
وأعيد نشر البحث ضمن كتاب **إضاءة زوايا جديدة للعقلية العربية الإسلامية** (وهو يحتوي على مجموعة بحوث للمؤلف) ، نشر مكتبة الملك فهد الوطنية بالرياض ، ١٩٩٦ ، ص ١٩٣ - ٢١٥ .

(140) Hill , Ar . water Clocks , pp . 47 - 68 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

ووصفها وصف معجب مندهش من حركاتها . وفي سنة ٦٠٠ هـ (١٢٠٣م) قام ابن صانعها رضوان ابن محمد الساعاتي بتأليف كتاب مفصل عن أجزاء الساعة وقطعها وتركيبها وتشغيلها ، طبع بتحقيق محمد أحمد دهمان سنة ١٩٨١ . وهي طبعة لم يطلع عليها هل أبداً . فصرح في بحثه حول مصادر الهندسة الميكانيكية العربية بأن الكتاب لم يحقق بالعربية [141] . وظل على اعتقاده ذلك حتى تمت مراسلات بيني وبينه في الأيام الأخيرة من حياته .

تعتبر ساعة كتاب رضوان مشابهة للساعة الأولى من كتاب الجزري الآتي ذكره ، ولو أنها أقل منها مرتبة ومستوى . وقد كان رضوان طبيبا ، ولم يكن مهندسا كأبيه . وهذا الوضع يتجلى في كون بعض شروحه مشوشة ، وبعض مواصفاته غير دقيقة . إلا أن الوضع نفسه لا يخلو من فائدة . فالمؤلف يقدم لنا تفاصيل دقيقة عن أشياء لا يلقى لها المهندس الممارس للمهنة بالا ، مثل التوسع في وصف صنع أنابيب النحاس . ونجد من مزايا الكتاب أيضاً معلومات مفيدة حول اقتباس العرب من الحضارتين الهلينية والفارسية الساسانية [142] -[143] .

الجزري ألف كتابه سنة ٦٠٢ / ١٢٠٦

صدرت الطبعة العربية لكتاب الجزري الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل بتحقيق ممتاز لأحمد يوسف الحسن وآخرين سنة ١٩٧٩ من معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، حيث المحقق يومها هو رئيس الجامعة ومدير المعهد . وصدرت ترجمة إنكليزية مشروحة بقلم هل سنة

(141) HIL , " .. Survey .. " , p. 174 .

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(142) Hill . Ar . water Clocks , pp . 47 - 68 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(143) HILL , " .. Survey .. " , p . 174 .

(المرجع المذكور بالهامش 21)

١٩٧٤ ، وأعيد طبعها بالباكستان سنة ١٩٨٩ [١٤٤] .

يعتبر الكتاب أهم مصدر في الآلات الميكانيكية عند العرب ، بل والأهم أيضاً في كل العصور وكل الأقطار قبل عصر النهضة . وذلك لضخامة حجمه وكثرة آلاته وكونها متطورة حتى بالنسبة للكتب التي أتت بعده ، ولدقة تفاصيله ، وتمييزه بين ما ألفه وصنعه الجزري وما سبق به غيره ، علما بأن انجازات الجزري كانت متفوقة دائما على غيره .

يتكون كتاب الجزري من مجموعات الآلات التالية [١٤٥] :

١ ـ البناكيم أو الفناكين أو الساعات المائية لمعرفة الساعات المستوية والزمانية (١٠ أجهزة) ،

٢ ـ أواني وتماثيل تليق بمجالس الشراب (١٠ أجهزة)

٣ ـ أباريق وطاسات للفصد والوضوء (١٠ أجهزة)

٤ ـ فوارات في برك تتبدل ، وآلات للزمر الدائم (١٠ أجهزة)

٥ ـ آلات ترفع الماء من غمرة وبئر عميقة ونهر جار (٥ أجهزة)

٦ ـ أشكال مختلفة (٥ أجهزة) .

كتب المعرفة بعلم الفلك Libros del Saber de Astronomia

(تم تأليفها سنة ١٢٧٧ م)

كتبت هذ المجموعة بالقشتالية . وهي من المصادر التي عرفها الغرب عن التقانة الأندلسية عالية المستوى . وهي مجموعة مؤلفات في الفلك تمت ترجمتها مباشرة من العربية ، أو ألفها علماء مستعربون في بلاط ألفونسو العاشر الملقب بالحكيم El Sabio بالاعتماد على المصادر العربية . فهي إذن مجموعة من التراجم أو الشروحات المطولة للمصادر العربية . وذلك بهدف صرح به مؤلفو هذه المجموعة ، وهو جعل علوم العرب والمسلمين في متناول العالم المسيحي الغربي .

(144) HILL , " The Book of .... al - Jazari "
(المرجع المذكور بالهامش 18)

(١٤٥) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش 35) ، ص ٩ .

طبعت هذه المجموعة سنة ١٨٦٣ في خمسة مجلدات . ويحتوي المجلد الرابع منها على خمس رسائل تحتوي كل واحدة منها على وصف ساعة : ساعتان شمسيتان ، والثالثة ساعة شمعية ، والرابعة ساعة اسطوانية تعمل بالزئبق وتدار بالثقل ، والخامسة ساعة مائية [146] . وقد أوضحت العبارات المكتوبة في مقدمة كل رسالة أنها ليست مترجمة من كتاب واحد ، وإنما تم تأليفها بالاعتماد على عدة كتب سابقة [147] .

اشترك في تأليف المجموعة الكاملة ١٥ عالماً ، منهم يهود وقشتاليون وإيطاليون [148] . ومن اليهود نجد إسحق بن سيد الذي عرف بلقب رابي زاگ (Rabi Zag أو Rabicag) وكان من ضمن إسهاماته إعداد أو تأليف أربع رسائل من الخمسة المؤلفة في الساعات . فالرسالة المتعلقة بالساعة الشمعية من تأليف السموأل الليفي أبي العافية Samuel Ha - Levi Abulafia ، والأخرى لابن سيد [149] .

أظهر البحث أن كلاً من الساعة الشمعية والساعة المائية أقل مستوى من ساعات الجزري ، إلا أن الساعة الزئبقية التي تدار بقوة الثقل سجلت سبقا للعرب والمسلمين بحوالي ٢٠٠ سنة ، حيث لم

(146) Hill , Ar . water Clocks , p . 126 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(147) PROCTER , E . S .
" The Scientific Works of the Court of Alfonso X " , *MODERN LANGUAGE REVIEW*, vol . 40 (1945) , pp . 12 - 29 , see p. 18 .

(148) PROCTER , " Scientific .. etc . " , p . 22 .

(المصدر المذكور بالهامش السابق)

(149) Hill , Ar . Water Clocks , p . 126 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

تعرف لدى الأوربيين إلا بعد قرنين (150)-(151)-(152)-(153).

وقد ذكر كنگ King أنه لم يطلع على أية دراسة حول الجزء الميكانيكي أو المتعلق بالساعات في المجموعة [154]. وهو محق إلى حد ما. حيث لم يتطرق فيدمان وهاوسر إلى المجموعة إلا بلمحة خاطفة في حديثهما عن الساعات الشمعية والزئبقية في الإسلام [155]. وهل له عدة مؤلفات ورد فيها وصف الساعة الزئبقية، أحلنا إليها في الأسطر السابقة (أي الهوامش [150] - [153]). ولكنها أوصاف مختصرة. فهو لم يصف بالتفصيل إلا الساعة المائية في كتابه **الساعات المائية العربية**. وفيه يذكر أن الرسالة حول الساعة الزئبقية تتم ترجمتها إلى الإنگليزية [156].

الملك الأشرف عمر بن يوسف الرسولي (ألف كتابه سنة ٦٩٢ / ١٢٩٣)

عُرف ملوك الدولة الرسولية في اليمن باشتغالهم بالعلم وحرصهم على التأليف في مجالات عدة. وقد كان والد المؤلف (أي الملك المظفر يوسف بن عمر) من المؤلفين في الصناعات والطب، بالإضافة إلى شهرته في السياسة والحروب في عصره. وقد كتب إلى الملك الظاهر بيبرس يطلب منه طبيباً ليحارب وباء في بلاده. وقال في رسالته: «ولا يظن المقام العالي أنا نريد الطبيب لأنفسنا، فإننا

(150) Hill, " .. Survey .. ", p. 176.
(المرجع المذكور في الهامش 21)

(151) HILL, D. R..
" Sa ' a ", *Encyclopaedia of Islam*, vol. 8 (1995), p. 655.

(152) D. R. Hill, Islamic Sc. & Engg.. pp. 132 - 135
(المرجع المذكور بالهامش 43)

(153) HILL, D. R.; Fine Technology
(المرجع المذكور بالهامش 130)

(154) KING, D. A.; Isl. Astr. Instruments, article XX, P. 288
(المرجع المذكور بالهامش 22)

(155) Wiedemann und Hauser, " Uhren ", pp. 16 - 18.
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

(156) Hill, Ar. Water Clocks, P. 126.
(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

نعرف بحمد الله من الطب ما لا يعرفه غيرنا . وقد اشتغلنا فيه أيام الشبيبة اشتغالاً كثيراً . وولدنا عمر الأشرف من العلماء بالطب . وله كتاب الجامع ليس لأحد مثله [١٥٧].

أما مؤلفنا الإبن فله عدد من الكتب في الطب والآلات الفلكية . منها الكتاب الذي نحن بصدده ، وهو **معين الطلاب على عمل الأسطرلاب** كما ورد في نسخة القاهرة (دار الكتب برقم ١٠٥ تيمور رياضة) ، أو **منهج الطلاب في عمل الاسطرلاب** كما ورد في نسخة طهران (مجلس شورى رقم ١٥٠) . وقد صنع الملك الأشرف أسطرلابا وصل إلينا ، وهو محفوظ في نيويورك .[١٥٨] والكتاب الذي نحن بصدده يحتوي على كيفية صنع ذلك الأسطرلاب . وفي آخره يحتوي على الملاحق الثلاثة التالية :

١ - **صفة عمل الترجهار** (ص ١٤٧ - ١٥٩ من نسخة طهران ، أو ١٢٠ و - ١٤٣ ظ من نسخة القاهرة) . وهو وصف ساعة مائية .

٢ - **رسالة الطاسة في معرفة القبلة** (ص ١٥٩ - ١٦٤ من نسخة طهران ، أو ١٤٣ ظ - ١٤٧ ظ من نسخة القاهرة) . وصف بوصلة .

٣ - إجازتان من أساتذة المؤلف في ذلك المجال ، يصرحان فيهما بأنهما راجعا العمل وأقرا له بالمقدرة .

فالرسالة التي تهمنا إذن هي **صفة عمل الترجهار** والترجهار لفظة فارسية تعني الإجانة (أو الطشت كما نقول بالعامية) . وترد في المصادر العربية بألفاظ أخرى مثل التيغار والطنجير والتغر والطنجرة . ففي الرسالة وصف ترجهارة مثقوبة من الجزء السفلي لأحد جوانبها ، بحيث تغطس في الماء بقدر معلوم عندما يدخل إليها الماء . ويبين المؤلف كيفية معايرة الطرجهارة وتحديد الأوقات عليها

(١٥٧) علي بن الحسن الخزرجي ، **العقود اللؤلؤية في تاريخ الدولة الرسولية** ، تصحيح محمد بسيوني عسل ، نشر لجنة جب التذكارية ، طبع بمصر سنة ١٩١١ ، ونشر مصوراً ببيروت وبغداد (١٩٦٤) ، ج١ ص ٢٧٨ .

(158) KING , D. A. ; I*sl* . Astr . Instruments, article II :
" Medieval Yemeni Astrolabe in the Metropolitan Museum of Art in New York "
(في المرجع المذكور بالهامش 22)

باستعمال الأسطرلاب . وقد ذكر أحد أساتذة المؤلف في إجازته أن الملك صنع ترجهارتين : إحداهما من فضة ، والأخرى من نحاس . وأنه وجدهما في غاية التحقيق (أي الدقة والضبط) .

هذه الآلة بسيطة جداً لو قارناها بالأعمال التي سبقتها في كتب الميكانيكا الأخرى التي ذكرناها . وقد درس كنگ الة الأسطرلاب التي صنعها الأشرف والجزء المتعلق بصنع الأسطرلاب في كتابه الذي نحن بصدده [١٥٩] . والجزء المتعلق بالبوصلة قدم بحث عنه من تأليف سوبير بانرجي وعبد الحميد صبرة [١٦٠] . أما الجزء المتعلق بالساعة المائية فلم تنشر عنه دراسة ، ربما لقلة أهميته في تاريخ العلوم .

ابن أبي الفتح (٨٥٠ / ١٤٤٦ - ح ٩٣٠ / ١٥٢٤)

بالرغم من مؤلفاته العديدة الباقية التي تدل على علمه الواسع وتمكنه من علوم الفلك والآلات الفلكية والميكانيكية والقبان فإن حظ ابن أبي الفتح من الشهرة في عصرنا ظل سيئاً حتى اليوم . فالباحثون يجهلون ترجمته ، ويخطئون في تاريخ وفاته كما سنرى . ولهذا فإننا نذكر ترجمته بإيجاز ، مع تحقيق تاريخ ميلاده ووفاته .

فهو شمس الدين محمد بن محمد بن عيسى . كان يعرف بابن أبي الفتح الكتبي بين معاصريه [١٦١]-[١٦٢] . ويعرف اليوم بين الباحثين بالصوفي ، لأنه كتب هذا اللقب بخطه على مؤلفاته [١٦٣] . ولد في ٨ شعبان سنة ٨٥٠ هـ (٢٩ أكتوبر ١٤٤٦ م) لأب وجد من تجار الكتب . وأخذ الحرفة عنهما ، وتميز في المهارات اليدوية المتصلة منها بصنع الكتاب وغيرها ، حيث كان متميزاً في

(١٥٩) المرجع المذكور بالهامش السابق .

(١٦٠) سوبير بانرجي وعبد الحميد صبرة ، « بوصلة مغناطيسية من القرن الثالث عشر وصفها السلطان الأشرف من اليمن » ، الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب ، حلب ، ١٩٧٩ .

(١٦١) السخاوي (محمد بن عبد الرحمن) ، الضوء اللامع لأهل القرن التاسع ، نشر مكتبة القدسي بالقاهرة ، ١٩٣٤-١٩٣٦ ، (١٢ جزءا) ج ٩ ، ص ١٧٩ .

(١٦٢) ابن إياس ، بدائع الزهور ، (المرجع المذكور بالهامش ٤١) . ج٢ ص ٢٥٢ ، و ج٣ ص ٢٧٤ .

(١٦٣) ديفد أ. كنج ، فهرس المخطوطات العلمية المحفوظة بدار الكتب المصرية ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ج١ (١٩٨١) وج٢ (١٩٨٦) ، انظر الفهرس الأبجدي بآخر الجزء الثاني ، تحت اسم محمد بن محمد (ص١٢٣٥) .

التجليد والتذهيب وصنع ميزان القبان والالات الفلكية . ومن خطه الجيد ورسوماته البارعة بقيت عدة نسخ لمؤلفاته . ومن نسخه المتقن كذلك نسخة المكتبة البودلية من كتاب الجزري السابق ذكره ، وهو كتاب مليء بالرسومات المعقدة كما هو معروف . وتتلمذ على مشاهير عصره في عدة علوم ، منها الطب والعربية والفقه . وتقلد للسلطان بعض الوظائف (مثل مشيخة القبانيين وولاية جدة) . ولكنه لقى حسدا ومنافسة من معاصرين له ، فترك الوظائف الحكومية [(١٦٤) -(١٦٥)]-

وتاريخ وفاته غير محدد حسب مصادر موثوقة . ولكن ابن إياس ذكره مرتين في كتابه **بدائع الزهور** الذي انتهى من تأليفه بنهاية سنة ٩٢٨ هـ دون أن يذكر وفاته ، الأمر الذي يجعلنا نقدر أن وفاته بعد تلك السنة ، أي حوالي ٩٣٠ / ١٥٢٤ .

ونجد في المراجع الحديثة تواريخ أخرى لوفاته لا تستند على أساس . فنجد البعض يذكر أنه كان حيا سنة ٩٤٣ / ١٥٣٦ [(١٦٦)] . والبعض يحدد وفاته بتلك السنة دون ذكر أي مرجع استند عليه [(١٦٧)] . ولعل أقدم من ذكر هذه السنة من المعاصرين هو فيدمان وهوسر في بحثهما حول الساعات عند المسلمين [(١٦٨)] . وقد نقلا كلامهما عن حاجي خليفة الذي قال : « الإعلام بشد البنكام : مختصر ، رسالة على مقدمة وخمسة أبواب وخاتمة . أوله : الحمد لله رافع الدرجات ، الخ . لشمس الدين محمد ابن عيسى بن أحمد الصوفي ، ألفه في صفر سنة ٩٤٣ . ذكر فيه طريقة آلة الساعة من الرمل في

(١٦٤) **السخاوي ، الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) .

(١٦٥) **ابن إياس ، بدائع الزهور** ، (المرجع المذكور بالهامش ٤) ، ج٢ ص ٢٥٢ ، و ج٣ ص ٢٧٤ .

(١٦٦) كارل **بروكلمان ، تاريخ الأدب العربي** ، تعريب محمود فهمي حجازي وحسن محمود إسماعيل ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القسم السادس (الأجزاء ١٠ و ١١) ، ١٩٩٥ ، ص ٥٣٩ .

(١٦٧) **معهد التراث ، المخطوطات المصورة** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٦٥) ، ص ٢١٥ .

168) Wiedemann und Hauser , " Uhren " , p . 10 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم ١٦)

القارورة [169]. وقال إسماعيل باشا البغدادي عن مؤلفنا : «توفي في حدود ٩٥٠ هـ» [170]. فهل ولد المؤلف سنة ٨٥٠ هـ كما قال السخاوي ، وألف كتابه سنة ٩٤٣ هـ (أي وعمره ٩٣ عاماً) وتوفي وعمره مائة عام ؟ ! إذا وجدنا تعارضا بين تاريخ ميلاده الذي حدده السخاوي وبين الأعوام التي ذكرها حاجي خليفة والبغدادي ، فمن نعتمد قوله ؟ الجواب هو : السخاوي بلا تردد . لأن السخاوي كان يعرف المؤلف وأباه وجده معرفة شخصية . والمؤلف تتلمذ على يديه ، وكانت صلته به وثيقة . وبالتالي فالثابت لدينا أنه ولد سنة ٨٥٠ / ١٤٤٦ ، ووفاته كما قلنا بعد عام ٩٢٨ هـ أي حوالي ٩٣٠ / ١٥٢٤ .

وهناك أدلة أخرى على تأخر وفاته إلى التاريخ التقريبي الذي حددناه . فهو ألف كتابه **نتائج الفكر في المباشرة بالقمر** وفيه يحسب استخراج مطالع توسط القمر ليلة الخميس ١٥ شعبان ٩١٧هـ [171] .

وقد ترك مؤلفنا مؤلفات عديدة نجدها في فهارس المخطوطات المختلفة . منها رسالته في الساعة الرملية وعنوانها كما سبق **الإعلام بشد المحكام** ، منها نسخ في القاهرة [172]. وإستنبول [173] ونسخة ضمن مكتبة القس بولس سباط [174]، نقلت بعد وفاته إلى الفاتيكان ضمن مخطوطات أخرى من مكتبة سباط [175].

وهناك مخطوطتان في العراق اعتمد عليهما ماجدالشمس في نشرته للكتاب بالآلة الكاتبة .

(١٦٩) **حاجي خليفة** ، كشف الظنون (المرجع المذكور بالهامش ٩٢) ١ / ٣٦٣

(١٧٠) **إسماعيل باشا البغدادي** ، **هدية العارفين ، أسماء المؤلفين وآثار المصنفين** ، نشر وزارة المعارف التركية بإستنبول ، مجلدان ، ١٩٥١ - ١٩٥٥ ، ج٢ ص ٢٣٨ .

(١٧١) **كنج** ، **مخطوطات دار الكتب** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦٣) ج٢ ص ٣٣٧ .

(١٧٢) **كنج** ، **مخطوطات دار الكتب** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦٣) ، ج٢ ص ١٠٢٥ - ١٠٢٦ .

(173) KING , D. A. ; Isl . Astr . Instruments , article XX , P. 288 .
(المرجع المذكور بالهامش 22)

(١٧٤) **بروكلمان** ، **الأدب العربي** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦٦) ، القسم السادس ، ص ٥٤٠ .

(١٧٥) **كوركيس عواد** ، **فهارس المخطوطات العربية في العالم** ، نشر معهد المخطوطات العربية بالكويت ، جزءان ، ١٩٨٤ ، ج٢ ص ١١٣ .

وهي نشرة تفتقر إلى مبادىء التحقيق : فهي تعتمد على نسختين فقط من ضمن النسخ الأخرى العديدة . وقد نشرها الباحث ناقصة ، حيث ترك الجداول التي بآخر الكتاب ، وهي جزء من صلب الكتاب . ولم يكلف نفسه عناء محاولة معرفة أهمية تلك الجداول . ولو دقق فيها لوجد أنها جداول معايرة الساعة الرملية التي يتحدث عنها الكتاب . وتفتقر النشرة إلى متطلبات التحقيق الأخرى مثل شرح المفردات والفهارس الأبجدية للأعلام والمصطلحات والاعتماد على مصادر موثوقة في التقديم . ولم يكن الباحث يعرف من هو المؤلف . فهو يكتفي بالقول : « لقد ورد في المخطوط أن كاتبه يدعى كمال محمد بن أبي الفتح محمد بن عيسى الصوفي . والمصادر لا تمدنا بترجمة واضحة لحياته . إنما تشير إليه بشكل عابر ، مع قسم من إنتاجه العلمي »[١٧٦] . ثم ينقل عن **هدية العارفين** للبغدادي الترجمة المختصرة التي ورد فيها أنه توفي عام ٩٥٠ هـ (وهو خطأ كما أوضحنا) .

وهذا النوع من النشر غير الجيد يعتبر محاولة ثانية من نفس الباحث ، بعد كتابه الذي عنوانه **مقدمة لعلم الميكانيك عند العرب** . وهو كتاب يطول بنا الكلام لو عددنا نواقصه . وكلا الكتابين من نشر مركز إحياء التراث العلمي بجامعة بغداد الذي نتمنى له النهوض بشكل جيد ليتماشى مستواه مع مستوى المعاهد الأخرى التي تخدم التراث العلمي خدمة حقيقية . فالنشر غير الجيد يسيء إلى التراث .

تقي الدين بن معروف (٩٣٢ / ١٥٢٦ - ٩٩٣ / ١٥٨٥)

١ - الطرق السنية في الآلات الروحانية :

منه نسختان : إحداهما في مرصد قنديلي ، والأخرى بمكتبة جستر بتي في دبلن عاصمة إيرلندا . وقد نشرت نسخة إيرلندا بالتصوير مع دراسة عن الهندسة الميكانيكية عند العرب لأحمد يوسف الحسن[١٧٧] . وفي الكتاب مخترعات عجيبة سبقت عصر النهضة الأوربية بشكل واضح . منها

(١٧٦) ابن أبي الفتح ، **الإعلام** ، (المرجع السابق ذكره بالهامش ١٢) ، ص ١٤ .
(١٧٧) الحسن ، **تقي الدين والهندسة** (المرجع المذكور بالهامش ١ والهامش ١٠) .

المضخة ذات الأسطوانات الستة . وهي مضخة متطورة لم يذكرها حتى من أتى بعده من الأوربيين . فأهم كتابين أوربيين عن المضخات في ذلك العصر كانا كتاب أگركولا Agricola سنة ١٥٥٦ م وكتاب راملّي Ramelli سنة ١٥٨٨ م ، ولم يأتيا على ذكرها [178] -(١٧٩) . وفي رسالته يخبرنا تقي الدين أن استعمال البخار لإدارة شواية لحم (أي توليد طاقة ميكانيكية من البخار) كان أمراً معروفاً بين معاصريه . وهو أمر لم يكن معروفاً بين الأوربيين ، وإن كان قد ورد استعمال البخار لتوليد الطاقة في مؤلفات ليوناردو دافنشي (توفي عام ١٥١٩ ، أي قبل تقي الدين) . إلا أن ما ذكره دافنشي لم ينتشر في المجتمع الأوربي (١٨٠) .

٢ ـ الكواكب الدرية في البنكامات الدورية :

المقصود بالبنكامات الدورية هو الساعات التي تعمل بالتروس أو المسننات . نشر هذا الكتاب سنة ١٩٦٦ في تركيا بتحقيق ودراسة سڤيم تكلي Sevim Tekeli ، مع ترجمة إلى الإنگليزية والتركية ، ودراسة باللغتين حول الكتاب . وقد اعتمدت المحققة على نسخة بباريس ، وأخرى باكسفورد (١٨١) . وهي طبعة جيدة ، ولكنها نادرة . فكثير من الباحثين العرب لم يطلعوا عليها ، يصرحون بذلك في كتاباتهم .

يشرح المؤلف في كتابه هذا صنع ساعة تدار بالثقل ، وأخرى تدار بالزنبرك ، مع وصف دقيق للآلات التي تكونهما . وفي خلال ذلك العمل يصف الأجزاء التي أضافها من ابتكاره . ومنها على سبيل المثال نظام جديد لأجهزة دقات الساعة . وقد عرف عن تقي الدين أنه بنى ساعة فلكية في المرصد الذي كان يرأسه في إستنبول . ويذكر في كتابه استعمال ساعات الجيب الصغيرة (الأوربية الصنع)

(178) HILL , " .. Survey .. " P . 177 .

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(١٧٩) الحسن ، تقي الدين والهندسة (المرجع المذكور بالهامش ١) ص ٤٧

(180) RETI ; L. " Leonardo Da Vinci , Technology " , *Dictionary of Scientific Biograph* , vol . 8 , p . 212 .

(181) TEKELI , Clocks ,

(المرجع المذكور بالهامش 126)

في إستنبول . وفي كتابه السابق (**الآلات الروحانية**) يصف صنع الساعة المائية فيدل اطلاعه الواسع على أنواع الساعات ، وابتكاراته في ذلك المجال ، وطريقة شرحه الواضحة ورسوماته المفصلة على أنه كان يتقن صناعة الساعات بأنواعها [182] .

فتح الله الشيرازي (ح ١٥٣٠ - ١٥٩٠)

حكم الهند من عام ١٥٢٦ إلى ١٨٥٧ سلالة ملكية يرجع نسبها إلى تيمورلنگ ، فسميت بالمملكة المغولية ، مع أن لغتها الرسمية كانت الفارسية إلى جانب اللغة العربية لغة علماء الشريعة في تلك البلاد . وسلاطين هذه المملكة هم بابر ثم همايون ثم أكبر ثم جهانگير ثم شاه جهان ثم أورنگزيب ثم محمد شاه أعلم ثم محمد أكبر ثم بهادر شاه . وكل سلطان منهم هو ابن الذي قبله . وشهدت الهند في عهد هؤلاء أزهى عصورها من ناحية العمارة والتقدم العلمي والاستقرار والرخاء . وفي عهد أكبر نبغ فتح الله الشيرازي الذي قدم من فارس إلى بلاط الأمير بيجاپور . واستدعاه أكبر سنة ١٥٨٣ . وفي عام ١٥٨٤ عرض فتح الله مخترعاته في مهرجان تسوق كبير أقيم في عاصمة الهند [183] .

وقد نسبت اختراعاته في الكتب المؤلفة حول أكبر إلى الإمبراطور نفسه . ولكن أثبت البحث اعتماد على مصادر أخرى ، وعلى كون الاختراعات متطورة بالنسبة لتعليم الإمبراطور (الذي ظل أميا طوال حياته برغم عقليته المبدعة) أن تلك الاختراعات ليست إلا من ابتكار فتح الله [184] .

تتكون اختراعات فتح الله من الأجهزة التالية :

(١) آلة لتنظيف أنابيب المدافع باستعمال البراغي والتروس (المسننات) .

(٢) طاحونة متحركة : وهي عربة تجرها الحيوانات ، وتدير عجلاتها طاحونة بواسطة التروس .

(182) HILL , Sa ' a

(المرجع المذكور بالهامش 151)

(183) ALVI & ABDUL - RAHMAN , Fat ' hullah , p . 3 .

(المرجع المذكور بالهامش 7)

(184) Ibid . pp . 4 , 30 - 32 .

(٣) مدفع متنقل يتكون من قطع تفكك وتركب بطريقة اللولب المسنن .

(٤) حمام متنقل لاستحمام الامبراطور أو قائد الجيش أثناء السفر .

(٥) مدفع متعدد الأنابيب ، أي متعدد الطلقات .

لم يترك فتح الله أية كتابة حول هذه الأجهزة . وإنما وردت أوصاف مختصرة مع رسومات لها في المصادر المعاصرة له . وقام باحثان من الهند بدراستها في المرجع الذي نحيل إليه في هذا البحث (الحاشية 7) . وقد بين الباحثان أن الأفكار الأساسية مثل استعمال التروس (المسننات) والبراغي (القلاووظ) واللولب كانت سائدة في المشرق العربي والإسلامي ، بعد ترجمة الكتب المؤلفة في العصر الهليني ، وبعد الكتب التي فيها تطور واضح في التقانة الميكانيكية مثل كتابي بني موسى والجزري . وكانت الطواحين منتشرة بأنواعها في مدن الإسلام . إلا أن أجهزة فتح الله كانت تطويراً ابتكره لآلات عرفت قبله .

وقد ذكرت المصادر الصينية الطاحونة المتحركة عام ٣٤٠ م . ولكن لا يوجد دليل قاطع على انتقال فكرتها إلى خارج الصين : لأن تلك الطاحونة لم ينتشر استعمالها في الصين نفسها ، والكتب التي تصفها لم تترجم إلى لغات غير الصينية . وقد عرفت طاحونة مشابهة في أوربا سنة ١٥٨٠ . ولكن هنا أيضاً لا يوجد دليل قاطع على تأثير الصين عليها ، ولا تأثيرها على جهاز فتح الله الذي ابتكره سنة ١٥٨٣ .

ويعتبر جهاز تنظيف المدافع الأكثر تطوراً وإبداعاً بين الأجهزة الأخرى ، وذلك للدقة في استعمال القلاووظ والتروس أو البكرات المسننة . أما المدفع المتعدد الأنابيب فكان مقدمة لصنع المدفع الرشاش ، وابتكاره ينسب إلى الفرنسيين الذين لم يعرفوه إلا سنة ١٨٦٨ . ونوع أقل تطورا منه عرف في أوربا سنة ١٧٩٠ [185].

وقد أوضح الباحثان أن آلات فتح الله تتطلب قدرا عاليا من إتقان علم المعادن metallurgy ودقة القياسات وتحديد مواصفات المعادن والحسابات الرياضية المعقدة . وكان من الممكن أن تستمر مدرسة

(185) Ibid . p . 13 .

في الميكانيكا لتطوير آلات أحدث (كما حدث في أوربا حين تطور المدفع الرشاش عن الآلة التي ابتكرها) لم أتيح له تدريس معارفه في مدرسة تقانية ، إلا أن هذه المدارس لم توجد في عهده . فأفكار هذه الآلات كانت بحاجة إلى تدوين من أجل وضعها في قوالب رياضية تستنبط منها أفكار جديدة في المستقبل . ولكن ظلت ابتكاراته مجهوداً فرديا توقف بعده ، لأنها صممت أصلاً من أجل خدمة القصر والجيش التابع له . ولم تكن نتاج مؤسسة تعليمية تهتم بالإبداع والبحث والتطوير .[186]

• مؤلفون آخرون

ذكرت بعض المراجع أسماء مهندسين آخرين اشتغلوا بالآلات الميكانيكية كالساعات وأجهزة الري والطواحين . ولكن نظراً لاقتصار هذا البحث على ذكر مصادر المعلومات الفنية وليس سرد التراجم فإننا نحدد المهندسين الذين نذكر أسماءهم هنا بالذين ألفوا كتبا أو رسائل في هذا المجال ، ولم تصل إلينا من رسائلهم إلا نبذ قليلة ، أو وصلت أسماؤها فقط في المصادر . أما المهندسون الذين لا نعلم عنهم أي تأليف فنكتفي بالإحالة إلى تلك المراجع مثل دهمان [١٨٧] . وتيمور [١٨٨] وكتب التراجم المختلفة .

فالحسن بن الهيثم (ت حوالي ٤٣٠ / ١٠٣٨) بقيت بعض مؤلفاته في الميكانيكا . ولكنها لم تنشرولم تدرس بعد . وهذه قائمة بها :

١ ـ **مقالة في مراكز الأثقال** ، لم تصل إلينا كاملة . وإنما وردت نقول مختصرة عنها في كتاب **ميزان الحكمة** للخازني الذي سبق ذكره (ص١٦ ـ ٢٠) .

٢ ـ **مقالة في القرسطون** ، برقم ٧٢٦ ضمن مكتبة بول سباط المهداة إلى الفاتيكان (كما ذكرنا في ترجمة ابن أبي الفتح) [189].

٣ ـ **مقالة في عمل البنكام** . ذكرها الخازني ضمن مراجعه في كتابه **ميزان الحكمة** السابق ذكره

(186) Ibid , pp . 27 . 28 .

(١٨٧) دهمان ، مقدمة كتاب الساعات (المرجع السابق ذكره بالهامش 30) .

(١٨٨) أحمد تيمور ، **أعلام المهندسين في الإسلام** نشر لجنة نشر المؤلفات التيمورية بالقاهرة، ط١ (١٩٥٧) وط٢ (١٩٧٩) .

(189) SABRA , A. I . , " Ibn al Haytham " , *Dictionary of Scientific Biography*, vol . 6 , pp . 189 - 210 , see pp . 206 - 207 .

(ص ١٥٤) . ومنها نسخة برقم ١٧١٤ في مكتبة عاطف أفندي بإستنبول ، وأخرى برقم ٣٤٣٩ بمكتبة الفاتح التابعة للمكتبة السليمانية بإستنبول (كل منهما الرسالة الثامنة ضمن المجموع) ، ونسخة ثالثة بالمتحف العسكري بإستنبول برقم ٣٠٢٥ (الأوراق ٤٢ ظ-٤٧ ظ) [١٩٠].

وممن وصلت إلينا بعض كتاباتهم محمد بن أحمد الخوارزمي (ت ٣٨٧ / ٩٩٧) مؤلف كتاب **مفاتيح العلوم** في المصطلحات ، وهو مطبوع طبعات عديدة . يختص الباب الثامن من المقالة الثانية منه على شرح مصطلحات الحيل في فصلين : الأول في جر الأثقال بالقوة اليسيرة وآلاته . والثاني في آلات الحركات وصنعة الأواني العجيبة . ولاتقتصر فائدة الكتاب على شرح المفردات لغوياً ، وإنما يعطي نبذة عن كيفية صنع أو تركيب أجزاء الآلات التي يذكرها ، الأمر الذي يجعلنا نجزم بأن المؤلف كان له إلمام بهذا المجال . وقد وصلت إلينا كتب تراثية عديدة في المصطلحات . إلا أننا لا نجد أياً من مؤلفيها متمكناً من دقة الوصف لأجزاء الالات مثل الخوارزمي . وقد ترجم هذا الفصل وغيره إلى الألمانية والإنكليزية ولغات أخرى [(191) -(192)] .

ومن هؤلاء يونس الأسطرلابي الذي سبق أن ذكرنا أنه ألّف رسالة مكونة من صفحة واحدة حول ساعة قنديلية . وقد حدد في رسالته كمية الزيت اللازمة لإيقاد كل قنديل على حدة بحسب بروج السنة . فبحسب فصول السنة يختلف طول الليل والنهار . والساعة الزمانية عند صانعي الساعات من السلف تختلف عن الساعات المستوية . فالساعة الزمانية هي ناتج قسمة مدة الليل على ١٢ . أما الساعة المستوية فهي ناتج قسمة الليل مع النهار على ٢٤ ، وهي الساعة التي نتبعها الآن . وبالتالي تختلف مدة الساعة الزمانية باختلاف الفصول . وكل قنديل في جهاز يونس الأسطرلابي يمثل رقماً لساعة معينة .

(١٩٠) محمد علي حجاب ، « قائمة بالموجود من كتب ابن الهيثم ومكان وجوده » ، (مجلة) الجمعية المصرية لتاريخ العلوم ، العدد الثاني (دون تاريخ ، حوالي ١٩٥٥) ، ص ١٣٩-١٤٣ . وانظر ششن (المرجع المذكور بالهامش رقم 76) ج١ ص ٢٠١

(191) HILL , " .. Survey .. " , p . 173 .
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(192) SABRA , A . I . A al - Khwarami " , *Encylopaedia of Islam* . vol . 4 (1978) , pp . 1068 1069.

فالقنديل الأول ينطفيء بعد ساعة ، والثاني ينطفيء بعد ساعتين ، وبالتالي يلزمه ضعف كمية زيت القنديل الأول ، وهكذا . وهذه الالة وإن كانت خالية من قوانين الحركة وأسس الميكانيكا إلا أن الساعات الشمعية والقنديلية كانت من مواضيع كتب الميكانيكا مثل كتاب الجزري وكتب **المعرفة بعلم الفلك** . ثم إن حساب الساعات الزمانية من صلب مواضيع صناعة الساعات التراثية بكل أنواعها .

نشرت رسالة يونس منسوبة إلى ابن يونس الفلكي المصري ، وذلك حسب المخطوطة التي وصلت إلينا [١٩٣] وهذا على الأرجح خطأ من ناسخ المخطوطة ، لأن الجزري يذكر ساعة شمعية صنعها يونس الأسطرلابي [١٩٤] وقد وصلت إلينا كرة سماوية صنعها يونس بن الحسين الأسطرلابي [١٩٥] . فهذه المعلومات تدلنا على وجود يونس كشخصية حقيقية مختلفة عن الفلكي المعروف ابن يونس .

ومن المخترعين الذين ذكرهم الجزري هبة الله بن الحسين المعروف بالبديع الأسطرلابي (ت ٥٣٤ / ١١٣٩) ، اشتهر كمخترع للآلات الفلكية [١٩٦] . قال الجزري بأنه اطلع على رسالة ألفها سنة ٥١٧هـ في بغداد حول آلة تزمر بنفسها بواسطة حبل ميكانيكية . وقال عنها : « ولقد أبدع فيها بالحقيقة » . ثم قال بعد أن وصفها وصفا مختصراً : « وهي آلة مشهورة » [١٩٧] . وقد ضاعت رسالته ولم تصل إلينا .

• الآلات الميكانيكية في كتب الجغرافيا التراثية

تتحدث في هذه الدراسة عن مصادر وصف الآلات الميكانيكية وما يتصل بها من نظريات .فنجد أن من أهم هذه المصادر الكتب التراثية المؤلفة في الجغرافيا والرحلات . فنذكر هنا أمثلة

(١٩٣) لويس شيخو ، « أثر لابن يونس المصري ، عمل ثريا يوقد فيها اثنا عشر قنديلاً » المشرق ، المجلد ١٧ (١٩١٤) ، ص ٣٩٨ . وانظر المرجع المذكور بالهامش ٣٦

(١٩٤) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٥) ، ص ١٩٧

(195) HILL , " .. Survey .. " , pp . 181 - 182 ,
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(١٩٦) الزركلي ، الأعلام (المرجع المذكور بالهامش ٣٩) ، ج٨ ص ٧١ .

(١٩٧) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٥) ، ص ٤٢٣

لما أوردته:

ففي كتاب **نخبة الدهر في عجائب البر والبحر** لشيخ الربوة (٦٥٤ / ١٢٥٦-٧٢٧ / ١٣٢٧) وصف مفصل لطاحونة هوائية عمودية المحور مع رسم لها . ويبين المؤلف كيفية الاستفادة من الرياح بصنع دواليب ذات تصميمات خاصة للاستفادة القصوى من الرياح لتوليد أكبر كمية ممكنة من الطاقة الميكانيكية [١٩٨].

وفي رحلة ابن جبير وصف ما شاهده الرحالة من عمل الساعة التي صنعها والد رضوان ، وهي الساعة التي ألف حولها الابن كتابه السابق ذكره [١٩٩]. وورد ذكر ساعة بأنطاكية في رحلة ابن بطلان التي وصلت إلينا ضمن كتاب القفطي [٢٠٠] . ونقل منها ياقوت بعض المقتطفات [٢٠١]. ونجد عند زكريا القزويني (٦٠٥ / ١٢٠٨- ٦٨٢ / ١٢٨٣) ذكر ساعات ضخمة أخرى ، في بغداد ومالطة التي كانت تحت الحكم العربي الإسلامي والقسطنطينية [٢٠٢] . ونجد في المراجع الحديثة مثل دهمان [٢٠٣].

(١٩٨) محمد بن أبي طالب الدمشقي **شيخ الربوة** ، **نخبة الدهر في عجائب البر والبحر** ، تحقيق فرين ومهرن Fraehn & Mehren ، مطبعة الأكاديمية الإمبراطورية ببطرسبورك ، ١٨٦٥ م ، ثم طبع بالتصوير مرارا ، ص ١٨١ - ١٨٣ .

(١٩٩) محمد بن أحمد **بن جبير** ، **رحلة ابن جبير** ، نشر دار صادر بيروت ، ١٩٥٩ ، ص ٢٤٣ - ٢٤٤

(٢٠٠) **القفطي** ، **أخبار الحكماء** ، (المرجع المذكور بالهامش ٧٤) ، ص ٢٩٥ - ٢٩٨

(٢٠١) **ياقوت الحموي** ، **معجم البلدان** ، طبعات مختلفة ، مادة (أنطاكية) .

(٢٠٢) زكريا بن محمد **القزويني** ، **آثار البلاد وأخبار العباد** ، نشر دار صادر بيروت (د . ت) ، ص ٣١٦ ، ٥٥٧ ، ٦٠٥ .

(٢٠٣) **دهمان** ، **مقدمة كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) .

وفيدمان وهوسر [204] وهل [205] وصف ساعات أخرى في مدن الإسلام ، مأخوذاً من مصادر مختلفة غير التي ذكرناها .

ونجد عند الزهري [206] . (ت حوالي ٥٥٠ / ١١٥٥) وصف بيلتين قام ببنائهما أبو القاسم محمد بن عبد الرحمن الشهير بالزرقال على نهر تاجُه Tagus بطليطلة (قبل سقوطها بيد الصليبيين سنة ٤٧٨ / ١٠٨٥) . والبيلة كما في معجم دوزي كلمة مأخوذة من اللاتينية وتعني الحوض . وكانت هاتان البيلتان تملآن وتفرغان بحسب أطوار القمر ، وبطَرق ريّ سرية تعتمد على المد والجزر وعلى تصاميم دقيقة للأنابيب والمجاري ، بحيث لو أراد شخص زيادة الماء فيهما عن المقدار المحدد فالماء الزائد يتم تصريفه . وإذا أخذ شخص شيئاً من الماء منهما فإن البيلتين تأخذان من النهر بمقدار النقص . وفي سنة ٥٢٨ / ١١٣٨ أراد ملك طليطلة الإسباني ألفونسو معرفة حركاتهما ، فاقتلع واحدة من مكانها ، ففسدت حركتها ولم يمكنه هو ومهندسوه تعلم شيء .

وقد ظن الباحثون المعاصرون أن صانع البيلتين هو الفلكي الشهير إبراهيم بن يحيى المعروف بابن الزرقالة [207]-[208] . ولكن الصواب هو أنه كما ذكرناه نقلا عن المصدر الأصلي ، أي الزهري . ونجد

(204) Wiedemann und Hauser , " Uhren " , pp . 36 - 41
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16) .

(205) HILL , " .. Survey .. " , pp . 181 182 .
(المرجع المذكور بالهامش 21) .

(٢٠٦) محمد بن أبي بكر الزهري ، **كتاب الجغرافية** ، نشر المعهد الفرنسي بدمشق ، ١٩٦٨ ، ص ٨٣ - ٨٥

(207) HILL , " ..Survey .. " , pp . 179 - 180
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(208) D .R . Hill . Islamic Sc . & Engg . . p . 126 .
(المرجع المذكور بالهامش 43)

اسمه عند المقري « عبد الرحمن »[(٢٠٩)-(٢١٠)] . (وهذا خطأ طبعاً ، لأن المقري المتوفى سنة ١٠٤١ / ١٦٣١ متأخر كثيرا ، وينقل نقلا عمن قبله) .

• الآلات الميكانيكية في كتب الصناعات وألعاب الخفة

يحتوي التراث العلمي العربي على عدة كتب في الألعاب المسلية التي نسميها اليوم بألعاب الخفة أو الألعاب السحري التي يقوم بها الحواة في ملاهي السرك . وهي تسمى كتب الدك . وسميت في بداية عصر الإسلام بأسماء أخرى مثل كتب الشعبذة والنيرنجات ، حسب كتاب **الفهرست** للنديم . وقد وصلت إلينا من هذه الكتب طائفة حسنة لا يتسع المجال لإحصائها . ولكن المهم في موضوعنا هو أن هذه الكتب تحتوي على كمية وافرة من الحيل الميكانيكية ، الأمر الذي يجعلها مصدرا خصباً لمعلوماتنا في هذا المجال .

فمن هذه الكتب **رسالة في علم جر الأثقال ونحوها من العجائب** ، من تأليف مجهول . ولا يعلم تاريخ تأليفها ، إلا أن النسخة التي وصلت إلينا تم نسخها سنة ٨٧١ / ١٤٦٦ . وهي محفوظة في مكتبة بشير آغا التابعة حاليا للمكتبة السليمانية بإستنبول ، ومنها نسخة مصورة بمعهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب [(٢١١)] . وهي تجمع بين التقانة الحربية والآلات الميكانيكية وألعاب الدك . حيث تتكون من الأبواب التالية :

(١) أنواع شعلات النفط المستعملة في الحروب .

(٢٠٩) محمد بن أحمد المقري ، **نفح الطيب من غصن الأندلس الرطيب** ، تحقيق إحسان عباس ، نشر دار صادر ببيروت ، ١٩٦٨ ، ج١ ص ٢٠٦ .

(٢١٠) عدنان درويش ومحمد المصري ، **الأندلس من نفح الطيب** ، نشر وزارة الثقافة السورية بدمشق ، ١٩٩٠ ، ص ٨٢ . وهما ينسبان الاختراع إلى عبد الرحمن الداخل (؟ !!) ، مع أن الخبر يقول بأن الاختراع جاء بعد المسعودي (المتوفى سنة ٣٤٦ / ٩٥٧) والداخل توفي سنة ١٧٢ / ٧١٤ ، ولا يعلم عنه أي اشتغال بالعلوم !!

(٢١١) عزت عمر ، **ملحق** ، (المرجع المذكور بالهامش ٧٧) ، ص ١٥٧

(٢) جر الأثقال ورفعها لأرشميدس ، ويدخل في ذلك استعمال السلاسل والتروس (البكرات المسننة) . وفيه تصاميم عدة آلات .

(٣) تحضير واستعمالات النفط والزيوت النباتية في أعمال مدنية .

(٤) تحضير أنواع من الصمغ .

(٥) تحضير مواد لإحداث حرائق .

(٦) تحضير أنواع البارود .

(٨) باب في النيرنجات (أي ألعاب الدك) .

ومن هذه الكتب **زهر البساتين في علم المشاتين** لمحمد بن أبي بكر الزرخوري ، من أهل القرن التاسع الهجري (١٥م) . ذكر السخاوي أنه توفي سنة ٨١٠ هـ[٢١٢] . ولكن في الكتاب نجده ينص على أنه كان في زيارة لحلب سنة ٨٥٢ / ١٤٤٨ ! وصلت إلينا من هذا الكتاب نسختان : إحداهما بجامعة ليدن ، والأخرى بالمكتبة البريطانية (المتحف البريطاني في السابق)[٢١٣] . فنجد في الكتاب عدة آلات ميكانيكية تم وصفها . منها قدح العدل (السيفون) ، والمنكاب (الساعة المائية) ، والفوارة (النافورة)[٢١٤] .

• الآلات الميكانيكية في كتب تراثية أخرى

في هذا الفصل نجد نوعين من النصوص التي تتحدث عن الساعات والآلات الميكانيكية : نوع يصفها وصفا دقيقا ، أو يصنفها تصنيفا منهجيا . وهذا النوع من النصوص يستفاد منه علميا لدراسة تاريخ هذه الآلات . ونصوص أخرى توضح انتشار هذه الآلات بين الحكام والعلماء . وهذه يستفاد منها لدراسة انتشار التقانة بين فئات المجتمع المتعلمة .

(٢١٢) **السخاوي** ، الضوء اللامع ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ج٧ ص ١٨٩

(٢١٣) **بروكلمان** ، **الأدب العربي** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٩٦) ، القسم السادس (الأجزاء ١٠ و ١١) ، ١٩٩٥ ، ص ٥٨٣ .

(٢١٤) **الزرخوري** ، زهر البساتين ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٧) ، ورقة ٥ ظ ، ١٧ و ، ٢٣ و ، ٢٣ ظ .

فمن النوع الأول ما كتبه الإمام الغزالي (ت ٥٠٥ / ١١١١) من فصل طويل يشرح فيه كيفية تصميم وعمل ساعة مائية ، وذلك لكي يتخذ من شرحه المفصل مثالا يبين من خلاله معنى القضاء والقدر[٢١٥] . وفي كتب التراث المختصة بتقسيم العلوم وبيان ما ألف فيها نجد ابن الأكفاني (ت ٧٤٩ / ١٢٤٨) يقسم علوم الميكانيكا إلى : علم البنكامات وعلم الآلات الروحانية وعلم الآلات الحربية وعلم جر الأثقال وعلم مراكز الأثقال[٢١٦] . وقد نقل هذا التصنيف من ألفوا بعده ، مثل طاشكبري زاده وحاجي خليفة .

أما النوع الآخر من النصوص فإننا نجد مثالا له عند الجاحظ (ت ٢٥٥ / ٨٦٩) فهو يذكر أن الملوك والعلماء في زمانه « يستعملون بالنهار الأسطرلابات وبالليل البنكامات . ولهم بالنهار سوى الأسطرلابات خطوط وظل يعرفون به ما مضى من النهار وما بقي »[٢١٧] . فيدل هذا على انتشار أنواع آلات التوقيت منذ وقت مبكر ، بحيث صار الجاحظ يفرق جيدا بين البنكام (الساعة المائية) ، والرخامة (الساعة الشمسية) .

وفي نفس الفترة نجد في الأندلس المخترع الشهير عباس بن فرناس (ت ٢٧٤ / ٨٨٧) صاحب أول تجربة طيران ، وهي دليل على تفكيره ودراسته لقوانين الطفو في الهواء . وكان دائماً يخترع الآلات الميكانيكية مثل النوافير والآلات المتحركة بتيار الماء ، وذلك للأمير الأموي محمد بن عبد الرحمن بن الحكم . وكان يساعده في بنائها عريف النجارين في القصر . وصنع الآلة المسماة بالمنقانة (تحريف بنكانة) ليعرف بها الأوقات ، ورفعها إلى الأمير بعد أن نقش عليها شعرا يذكر فيه آلة ،

(٢١٥) **دهمان ، مقدمة كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ص ١٩ ٢٢

(٢١٦) محمد بن إبراهيم المعروف **بابن الأكفاني** ، **إرشاد القاصد إلى أسنى المقاصد** ، تحقيق عبد المنعم محمد عمر ، نشر دار الفكر العربي بالقاهرة ، ١٩٩٠ ، ١٩٥ - ٢٠١ .

(٢١٧) عمرو بن بحر المعروف **بالجاحظ** ، **الحيوان** ، تحقيق عبد السلام هارون ، نشر شركة البابي الحلبي بالقاهرة ، ط ٢ ١٩٦٥ ، ج٢ ص ٢٩٤ .

ويبين أنها توضح الزمن حتى في أوقات الغيوم ، أي أنها ليست ساعة شمسية ، ولا فلكية فيقول [٢١٨] :

ألا إنني للدين خير أداة ... إذا غاب عنكم وقت كل صلاة

ولم تُر شمس بالنهار ولم تنر ... كواكب ليل حالك الظلمات

بيمن أمير المسلمين محمد ... تجلت لنا أوقات كل صلاة

والإمام علي بن عبد الكافي السبكي (ت ٧٥٦ / ١٣٥٥) في رسالته **العلم المنشور في إثبات الشهور** يحاول تأييد الرأي القائل باستعمال وسائل الرصد الفلكي والحسابات المبنية عليها لمعرفة دخول الأشهر العربية واعتمادها للعبادات والأعياد . ودفاعا عن رأيه يقول :« ومازال الناس في سائر الأعصار والأمصار يعتمدون على الأوقات في الغيم على الحساب بالرمل والماء ونحوهما . وهل ذلك إلا كالتقدير بالأوراد ، بل أكثر تحريراً . وقد يضطر في معرفة ابتدائها إلى رؤية كوكب ونحوه ، فيبني عليه . ولا يعرف إلا بحساب وعلم [٢١٩] . قوله :كالتقدير بالأوراد ، يعني تقدير الوقت بعدد آيات القرآن التي يرتلها القارىء بين الأذان والإقامة ، أو بين الأذانين في الفجر مثلاً . وقوله : يضطر في ابتدائها إلى رؤية كوكب أو نحوه ، يعني يعاير الساعة المائية أو الرملية على ظاهرة معلومة مثل غروب الشمس .

ونجد وصف البناكيم في عدة أشعار ، منها شعر ابن فرناس المذكور ، وأشعار أخرى نجدها عند دهمان في بحثه عن الساعات [٢٢٠] .

• من هو مؤلف « الرسالة القدسية »

في مكتبة عارف حكمت بالمدينة المنورة رسالة صغيرة في الميكانيكا لم تنشر من قبل . عنوانها

(٢١٨) ابن حيان القرطبي ، **المقتبس من أنباء أهل الأندلس** ، تحقيق محمود علي مكي ، نشر دار الكتاب العربي بيروت ، ١٩٧٣ ، ص ٢٨٢ - ٢٨٤ .

(٢١٩) تقي الدين علي بن الكافي السبكي ، **العلم المنشور في إثبات الشهور** ، تحقيق جمال الدين القاسمي ، نشر بدمشق حوالي سنة ١٣٢٩ / ١٩١١ ، ونشر مصورا سنة ١٤١٠ / ١٩٩٠ بالرياض ، ص ٩ .

(٢٢٠) دهمان ، **مقدمة كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ص ٨٥ - ٨٨

الرسالة القدسية في عمل الشاذروان والفسقية تتحدث بالتفصيل عن كيفية تصميم وصنع ساعة مائية مزودة بآلات تسلية ميكانيكية ، هي عبارة عن شلال (شاذروان) ونافورة (فسقية) . وقد انتهى مؤلفها من تأليفها في رمضان ٨٩٥ هـ (تموز / جويليه ١٤٩٠ م) . ولكن اسم المؤلف غير مذكور على النسخة الباقية ، حيث نزع غلافها الأصلي مع الزمن . وقد كتبها موقت بالجامع الأموي في ٧ / ١٠ / ٩٣٦ هـ (٤ / ٦ / ١٥٣٠ م) ، أي بعد ٣٧ سنة من تأليف نسخة المؤلف . فمن هو مؤلف الرسالة ؟

النصوص التي بداخلها تدل على أن المؤلف ولد ونشأ في القاهرة ، ويعتز بانتمائه إليها . وقد ألّف رسالته في القدس ، ولكنه يدعو الله خلال رسالته أن يعود إليها سالماً . وهذا يدل على أنه كان وقت تأليف الرسالة في سن نشاط تمكنه من السفر والتأليف في مجال معقد ، بحيث قدم شرحا مفصلا لأجزاء آلة ميكانيكية كثيرة التفرع ، مع إعطاء مقاسات دقيقة لكل تلك الأجزاء . وهو يحيل في رسالته عدة مرات على الجزري ، حيث يشرح الأجزاء التي ابتكرها هو في الجهاز الذي يصفه ، أو سمع بوصفها شفهياً من مهندسين آخرين . أما الأجزاء التي يستطيع القارىء الاطلاع عليها في كتاب الجزري فإنه يكتفي بالإحالة إليه .

فهل تنطبق المعلومات التي ذكرناها على شخص بعينه ؟ من موسوعة **الضوء اللامع لأهل القرن التاسع** نجد الأشخاص الآتين ممن تنطبق عليهم هذه المعلومات :

١ - ابن أبي الفتح السابق ذكره . ولد في ٨ / ٨ / ٨٥٠ هـ (٢٨ / ١٠ / ١٤٤٦ م) وكان بارعاً في علوم الفلك والميكانيكا كما تدل مؤلفاته الباقية . وفي ٢٨ / ٢ / ٨٩١ هـ (٤ / ٣ / ١٤٨٦م) انتهى من نسخ كتاب الجزري ، ونسخته تعتبر حاليا من النسخ الجيدة المعتمدة لذلك الكتاب . ومما يدل على استيعابه الجيد لمواد الكتاب أنه الناسخ الوحيد الذي بدل استعمال رموز المؤلف على الرسوم التوضيحية للكتاب ، واستعاض بدلا منها بالحروف العربية ، بعد أن راجع المعنى المقصود في النص . وسبب هذا التعديل هو أنه رأى اختلافا في الرموز بين النسخ المختلفة [221].

(٢٢١) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٥) ، ص ٥٠٥

٢ - **ابن العقاب** عبد الخالق بن محمد . ولد عام ٨٥٣ / ١٤٤٩ . وكان متميزا في الميقات وفي شد البياكيم (أي صنع الساعات) ، مع تحصيل علوم كثيرة كعلوم الشريعة واللغة والحساب [٢٢٢].

٣ - **ابن سالم** وهو محمد بن سالم . ولد عام ٨١٩ / ١٤١٦ . وكان له إلمام بالميقات وبشد المياكيب (صنع الساعات) . وكان عنده منها جملة [٢٢٣]. أي كان يملك عدة ساعات من صنعه .

٤ - **البيجوري** ، أحمد بن محمد . ولد عام ١٤١٨/٨٢٠ . وبرع في الطب والرياضيات والميقات وسبك المعادن والنقش عليها . واختصر كتابا عنوانه **مصباح الظلام في المنقاف** [٢٢٤](المنقاف تحريف فنكان ، وهو الساعة المائية أو الرملية) .

• موقع « الرسالة القدسية » بين كتب الميكانيكا التراثية

يصف المؤلف آلة ميكانيكية عبارة عن ساعة مائية متصلة بمعدات تسلية ، مجموعة من عدة آلات ، مبتدئا برسالة كبيرة عنوانها ا**لرسالة القدسية في وصف عمل الشاذروان والفسقية** . وتتلو هذه الرسالة ملاحق يصف فيها آلات أخرى ، بعضها من ابتكاره ، والأخرى من ابتكار آخرين . وهذه الآلات الأخيرة عبارة عن ملحقات للآلة الرئيسة . فنلاحظ في هذا الكتاب أنه يأتي ضمن الحلقات الأخيرة في سلسلة تطور التقنية الميكانيكية عند العرب . حيث أتاح له تاريخه المتأخر الاستفادة من الكتب التي سبقته ، وخاصة كتاب الجزري الذي يصرح بأنه استفاد منه ، مع الاستفادة من تجارب ومشاهدات لما أبدعه صناع الآلات في عصر المؤلف .

والمخطوطة تقع في ٣٨ ورقة (٧٦ صفحة) ١٣ x ١٨سم^2 ، بكل صفحة ٢٢ سطرا . وتوضح لنا أنها تطور مهم لما كتب قبلها من عدة أوجه . فالمؤلف بارع ومتمكن من المادة التي يتحدث عنها . إذا تحدث عن الزمن ومعايرة الساعة الزمنية نجده بارعاً في مباديء معايرة الآلات المشابهة مثل الاسطرلاب .

(٢٢٢) **السخاوي ، الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج٤ ص ٤١
(٢٢٣) **السخاوي ، الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج٧ ص ٢٤٨ .
(٢٢٤) **السخاوي ، الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج٢ ص ٦٥ - ٦٦ .

وإذا تحدث عن صنع أجزاء خشبية نجده يتحدث عن العناية في نجارتها كأنه نجار بارع. وإذا تحدث عن أعمال المعادن مثل السبك وتخليص السبيكة من القالب نجده متفوقاً أيضاً . فهو يقول مثلا (ورقة ٢٢و) : « فائدة في سبك المقلب الذي في قدره الصغير . هذا دائما عسر عمله على كثير من السباكين ، لأنهم لا يعرفون كيفية إخراج القالب من المقلب . فينبغي أن تتخذ القالب من ملح مسحوق كالهباء ، . . » إلى آخر تعليماته في هذا الشأن .

وقد مرّ بنا أن بعض من ألفوا في هذا المجال (مثل رضوان) لم يكونوا متخصصين فيه . وبعض الآلات التي ألفت فيها الكتب المعاصرة للجزري وبعده لم تكن جديدة . ينطبق هذا على كتاب رضوان وابن أبي الفتح والملك الأشرف . إلا أن مؤلف **الرسالة القدسية** بارز في الابتكارات والإختراعات . ويوضح في الكتاب ما اخترعه هو ، ويميزه عما مكتوبا عند الجزري ، وما تعلمه من صديق له هو مرجان الجمالي ، شاد السواقي (أي المهندس المشرف على بنائها) في حياته . وكان ممن اشتغلوا في الحساب والهيئة والهندسة والميقات [٢٢٥] . ومما يذكر من اختراعات مؤلفنا :

١ ـ آلة يسميها المنجنيق ، وهو ذراع تضبط حركة التروس أو المسننات ، مثل السقاطة ratchet and pawl التي سبق ذكرها بأول هذا البحث . والفرق هنا هو أن المنجنيق يتحرك بضغط الماء فيحرك أضراس الترس بقدر ضرس واحد ، فيحرك ذلك الساعة .

٢ ـ الجهاز الذي يصفه الكتاب يعمل دون توقف ودون تدخل إنسان حسب قول المؤلف ، وذلك بواسطة سيفون بعوامة . بحيث يعاد ملء خزانه يومياً كما كان ، فلا تحتاج إلى ماء جديد .

٣ ـ تطوير بعض آلات الجزري : فهو يذكر أنه جعل معرفة الماضي والباقي من أوقات الصلاة مرتباً على حركة مختلفة عن حركات الجزري . لأن الجزري آلته مختلفة السرعات ، أما آلة مؤلفنا فذات سرعة ثابتة . ثم يستدرك المؤلف قائلاً بأن فضل السبق والتفوق للجزري ، الذي هو أستاذه كما قال في هذا المجال .

٣ ـ فنرى مما سبق أن **الرسالة القدسية** إضافة هامة إلى تاريخ الميكانيكا عند العرب والمسلمين ، وأن

(٢٢٥) السخاوي ، الضوء اللامع ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج١٠ ص ١٥٣

نشره يضيف رصيدا جديدا للباحثين في هذا المجال الذي بينا فوائده في بداية البحث . ويعمل كاتب هذا البحث حالياً على تحقيقه ونشره مع باحث آخر .

المحتو يات

الموضوع	رقم الصفحة

تاريخ الري في العالم العربي واسبانيا وصف المشكلة

توماس غليك

جامعة بوسطن

إن انتشار خبرات الري من العالم العربي إلى إسبانيا خلال العصور الوسطى كان موضوع نشاط علمي حديث للمؤرخين وبالتحديد لعلماء الاثار . وقد درست هذه الظاهرة معتمدة بشكل رئيسي على سجلات العصور الوسطى وما بعدها مزودة بوثائق عن بقاء الخبرات الأولية إلى فترة ما بعد الاستيلاء على الأندلس وقد كتبت هذه السجلات باللغة اللاتينية والقشتالية والكاتلاندية والبرتغالية. وزودت هذه المواد بدراسات أثرية وأنثروبولوجية على الرغم من أن الدراسات المقارنة لأنظمة الري القديمة والسائدة في البلدان العربية قد أهملت بشكل متميز . وكما شارك مؤرخو العلوم والتكنولوجيا في هذا البحث راصدين التقاليد العلمية عن الري والزراعة والتكنولوجيا الهيدروليكية.

تستلزم الزراعة في الأندلس :

أولاً : تطبيق إدخال المحاصيل الحديثة من أصل هندي وفارسي التي تتطلب الري .

ثانياً : ادخال رافعات مياه وتقنيات نقل أخرى لتزود بخبرات عالمية معروفة عن الري وذلك عن طريق قنوات سطحية تسير بتدفق الجاذبية بالإضافة إلى تطور معاصر متعلق بالطواحين الهيدروليكية التي تتصل بشكل دائم بأنظمة الري .

ثالثاً : إنها تتطلب تطور نظامي للمؤسسات الرسمية والعامة لتخصيص وتوزيع المياه ولقياس وتوقيت تدفق المياه ولإدارة الري ولمنع وحل أية مشكلة . وتمثل هذه المتطلبات الثلاثة عمليات تاريخية في آن واحد والتي يستدعي تعقيدها تطبيق خطة الأنظمة المتعددة المذكورة سابقاً .

وبقدر ما يعد الري مؤسسة مستقرة جداً ومتغيرة بشكل طفيف خلال فترات من القرون والتي

حالما تدخلها مجموعة من دلائل انثروبولوجية من الأنظمة المعتمدة حالياً أو تلك الأنظمة التي وضعت خلال القرن الماضي سيكون لها أولوية بالغة للبحث التاريخي . ويعد مجلد المصطلحات الفنية للري الذي تعهدته إسبانيا وكل المتحدثين بالعربية في العالم، مساهمة إيجابية ممتازة لدراسة نماذج الإنتشار .

« الفلاحة النبطية » في الأندلس

توفيق فهد

جامعة ستراسبورغ -فرنسا

بعد تقديم هذا الكتاب . عرضت رأيي في قدمه ، إذ يمثّل بنظري ، أول مجموعة في الفلاحة باللغة العربية ، عرّبت من السريانية في أواخر القرن التاسع الميلادي .

تحتوي هذه المجموعة على تعاليم ثلاثة فلاحين من مدينة سورا بالقرب من بابل ، وهم صغريث وينبوشاد وقوثامى . لقد اعتمد هؤلاء على آراء فلاحين قدماء مثل كاماش النهري وآدم وايشيثا ودواناي وماسى السوراني وعدة فلاحين كنعانيين ، كلها أسماء تدل على أن هذه المجموعة تحتوي على معارف واختبارات فلأحي العراق القديم وما جاوره من البلدان ، دونت على مدى العصور وتداولها سكان مابين النهرين من جيل إلى جيل، إلى أن جمعها قوثامى، الذي كان رئيس طائفة من الغنوصيين. يدعون القوقانيون ، يذكرهم الكتاب السريانيون ، وهي طائفة مناوءة لطائفة شيث بن آدم ، «الشيثيون » ، وهم أيضاً من الغنوصيين . فبين التعاليم عن الفلاحة والنبات نجد تعاليم دينية وعقائدية تخص هذه الطوائف ، تقوم على عبادة الكواكب ، على طرق شبيهة بعبادات الحرانيين . من هذه التعاليم والآراء يستنتج تحديد تاريخ جمع أصل هذا الكتاب بين القرنين الثالث والرابع الميلاديين .

طبعاً ، نحن لا نزال في أول الطريق من جهة درس معطيات هذا الكتاب . فالذين حكموا ، في القرن الماضي ، على أنه مختلق ، حكموا بدون اطلاع عليه بكامله ، إذ لم يقع لديهم إلا بعض مقتطعات منه . فالكتاب الآن تحت الطبع وسيظهر قريباً في منشورات المعهد الفرنسي بدمشق بثلاثة أجزاء . عند ذلك ستبدأ الأبحاث الجدية عن محتواه وعن صحة نسبته إلى كلدانيي العراق القديم .

هذا ما يخص قدم الكتاب ،أما محتواه فيختصر بكلمات ثلاث : فلاحة ونبات وغذاء .

فالشذرات التي تحوي تعاليم هذه الطوائف الدينية والسحرية تمثل أقل من خمسة بالمئة من مضمونه .

بينت في القسم الثاني من هذه المداخلة تأثير **الفلاحة النبطية** على كتب الفلاحة والنبات والسحر في الأندلس .

بدأ تأثير هذا الكتاب على أقدم تأليف في الفلاحة ظهر في الأندلس باسم أبي القاسم الزهراوي، تحت عنوان مختصر **كتاب الفلاحة** . الارجح ان هذا المختصر عمل على أقدم كتاب عربي معروف آنذاك، **اعني الفلاحة النبطية** . ثم تتابع هذا التأثير على فلاحي الأندلس من ابن وافد إلى ابن العوام ، الذي استفاد منه إفادة كبيرة . ثم اختصره من جديد أبو محمد بن ابراهيم الأوسي المعروف بابن الرقام ، الذي جرده من المعلومات الخارجة عن الفلاحة .

أما في النبات والأغذية فابن البيطار استخلص من **الفلاحة النبطية** الكثير من مواد كتابه **الجامع لمفردات الأدوية والأغذية** .

وأخيراً ، ان أبا مسلمة محمد الجريطي قد استشهد باسهاب من تأليف ابن وحشية . معّرب الفلاحة النبطية (١٤مرة) وبالفلاحة نفسها (٦ مرات) . في كتابه **غاية الحكيم** . فبواسطة ترجمة غاية الحكيم إلى اللاتينية نجد اسم ابن وحشية والفلاحة في عدة مؤلفات لاتينية من العصور الوسطى . خاصة فيما يتعلق بالطلسمات والسحر ، كما كان يمارسها الهلينيستيون ، عبدة الكواكب في مدن بلاد مابين النهرين .

تظهر **الفلاحة النبطية** في المؤلفات الأندلسية كأحد النصوص الأصيلة التي تركت آثارا بيّنة في الأفكار والمعتقدات الدارجة حينذاك ، حتى أن مفكرين كبارا مثل موسى بن ميمون في دليله وابن خلدون في مقدمته . يرجعون إليها ويستشهدون بمعلوماتها .

أوجه التخالف والتشابه في نظرية الإبصار بين كتابي : « ابن الهيثم » وويتلو

جيرزي بورشار
بولندا

حسب « ويتلو » ، القوة البصرية للإنسان تستقبل على سطح العين ، الضوء واللون ومقدار زاوية الشيء المنظور وذلك بفضل الأشعة العمودية الصادرة من الجسم المنظور . عند هذه النقطة يختلف « ويتلو » عن موقف أكبر عالم بصريات عربي في القرون الوسطى الا وهو ابن الهيثم . إن « ويتلو » يقبل أيضاً بالمخروط البصري لبطليموس حيث الذروة في مركز العين والقاعدة على سطح الجسم المنظور ، لكن بمتابعته لابن الهيثم ، فهو يعكس جهة الأشعة الضوئية : إن أشكال الأشياء المنظورة ترد مع الضوء الجسمي من خارج العين .

إن نظرية « ويتلو » هذه ، وهي مرتبطة بالقرنية والمخروط البصري للمنظورين ، لا تكفي مع ذلك ، لتوضيح آلية الإبصار كلها . وصولاً للهدف ، فهو يقبل بتبصر واقتناع تام ، نظرية الإبصار لابن الهيثم مرتبطة بحسّ عدسة العين ، وعدم قابلية إنكسار الأشعة العمودية ، المتوافقة بالتبادل ، أحدها على الشيء والآخر على عدسة العين وذلك لدرء تشويش الأشعة الأخرى . يربط أيضاً الأرواح البصرية كوسيلة نقل للحسّ البصري ويقبل بالقلب البصري مع حكمه النهائي لصورة الجسم المتأتية من العينين . هذا الحكم يتحقق ، ليس فقط بفضل حسّ القوة الموجودة في القلب البصري ، بل على الأخص ، بمطابقة الجسم المنظور من القوى الداخلية للنفس والقوة المميزة والإدراك المقارن والذاكرة . إذا كان ويتلو يجاهد في أوروبا من أجل نظرية ابن الهيثم ، ولكن معاصريه ، « روجيه باكون » و « جان بيخام » بخلافه ، يؤثرون ، اشراكها بالاعتقاد الخاطىء للأشعة البصرية .

الأعداد المستعملة في الإسلام في القرون الوسطى

ج . ل . بيرجرن

جامعة سيمون فراسر - كندا

تؤكد الحسابات التقليدية للإسهامات الرياضية في العصر الوسيط في الإسلام على تطوير الإسلام للأنظمة الهندية والستينية ، التي كانت أساسية للإنجازات الإسلامية في العلوم الأساسية . نورد في هذا البحث بعض التفاصيل عن دور النظام الحسابي المتعاقب ، أي « الحساب الذهني » ، في الحياة اليومية للمجتمع الإسلامي في العصر الوسيط . إضافة إلى ذلك نبين أن هذا الحساب هو الأساس لطريقة متوالية مذكورة في كتاب **التكملة في الحساب** للبغدادي . كما تبين أن المسألة النظرية المهمة في الحساب ، والتي وجدت في كتاب ابن ياسمين ، بدأت في مسألة تحويل الكسور المعبَّر عنها في النظام الهندي إلى الشكل ا الذي عُبِّر عنه في الحساب الذهني .

هندسة القباب النجمية المضلعة

في اسبانيا وشمال افريقيا

مأمون صقال

جامعة واشنطن ـ الولايات المتحدة

استخدمت القباب لتغطية المباني منذ عصور قديمة ، وقد أخذ العرب المسلمون هذا الأسلوب من الحضارات التي سبقت الاسلام ، فطوروه وأضافوا ابداعات جديدة في أساليب تصميم وبناء القباب .

ظهر واحد من أجمل هذه الأساليب الجديدة في مدينة قرطبة الأندلسية في القرن العاشر الميلادي ، ويمكن تسميته بالقباب ذات الأضلاع النجمية ، أوالقباب النجمية المضلعة ، وذلك لأن الناظر إلى القبة يشاهد شكلاً نجمياً ناتجاً عن تقاطع أزواج من الأقواس التي تحمل القبة .

تأثرت العمارة القوطية في اسبانيا بشكل القباب النجمية المضلعة كما نشاهد في كاتدرائية بورغوس ، وامتد هذا التأثير إلى أوروبا كما نشاهد في كاتدرائية براغ ، وفي رسومات ليوناردودافينشي على سبيل المثال ، واستمر حتى أيامنا هذه .

استخدم المعماريون والبناؤون العرب في الأندلس زوجاً من الأقواس بدلاً من قوس مفرد كما في الحضارات السابقة .

بتدوير هذا الزوج من الأقواس ، وبحسب المسافة بين القوسين في الزوج ، نحصل على أشكال نجمية تقسم سطح القبة إلى عدد من الخلايا ذات الأشكال المنتظمة . يصغر حجم هذه الخلايا كلما اقتربنا من المحيط إلى المركز ، وتأخذ كلها شكلاً معيناً ذا طرف متطاول ، عدا عن حلقة الخلايا الداخلية الأخيرة التي تجاور المضلع المركزي ، فهي ذات شكل مثلث . ويتساوى عدد الأشكال المختلفة للخلايا بما فيها المضلع المركزي مع عدد الدورانات التي تمت على زوج الأقواس الأصلي لانتاج القبة النجمية .

إن عدد الدورانات في قباب جامع قرطبة الكبير هو أربع تدويرات ، وبالتالي فإن النجوم الحاصلة

هي نجوم ثمانية الرؤوس . هذه النجوم الثمانية هي الأكثر شيوعاً واستخداماً بسبب نسبها الجميلة المتوازنة ، ومظهرها الحيوي ، وعلاقتها بكل من الدائرة والمربع في آن واحد . النجوم ذات الاثنا عشر والستة عشر رأساً هي أشكال كثيرة الاستعمال أيضاً و بمرور الزمن زاد عدد الدورانات ، حيث نشاهد نجوماً ذات أربعة وعشرين ، اثنان و ثلاثين ، ثمانية وأربعين ، وحتى أربعة وستين رأساً ، خصوصاً في المغرب العربي . ويمكن الحصول على تنويعات متعددة لأشكال النجوم بحذف حلقة أو أكثر من الخلايا . سواء من الداخل أو من الخارج ، أو باستخدام نصف القبة في المحاريب أو ربع القبة في زوايا الغرف المربعة . ويتغير طابع النجوم الحاصلة وعلاقتها بالفراغ العام للقبة بتغيير المسافة بين القوسين في الزوج المستخدم لتصميم القبة .

يستعرض البحث جميع القباب النجمية الثمانية المعروفة في اسبانيا وشمال افريقيا حسب تسلسلها التاريخي وعددها ٤٨ قبة ، ولا يتعرض للقباب النجمية ذات الاثني عشر والستة عشر رأساً ، عدا عن تسجيلها في الشكل الذي يعرض التطور العام للقباب النجمية المضلعة منذ بدء ظهورها في القرن العاشر وحتى القرن السابع عشر الميلادي .

يظهر تأثير القباب النجمية الاسلامية على العمارة الأوربية الرومانسكية ومن ثم القوطية في عديد من الأبنية المسيحية التي استخدمت هذا العنصر المعماري ، سواء بنقله حرفياً عن الأصول الاسلامية أو بتطويره وتعديله .

من المعروف أن التقاليد المعمارية العربية الإسلامية استمرت في عمارة المدجنين في اسبانيا ، إلا أن هذا البحث يُظهر أن استخدام القباب النجمية المضلعة هو أكثر شيوعاً مما عرف حتى الآن ، خاصة في اسبانيا بين القرنين الثالث عشر والسادس عشر الميلادي ، وهي الفترة التي كانت اسبانيا تسعى فيها جاهدة لتحويل تراثها العربي الاسلامي إلى أوروبي مسيحي . ولا شك أن متابعة البحث في هذه الناحيةمن تاريخ العمارة في العصور الوسطى سيكشف أمثلة أخرى لتأثير القباب النجمية المضلعة في العمارة القوطية لاسبانيا ، وبشكل أقل في العمارة القوطية لأوربا بشكل عام .

يظهر لنا من دراسة تاريخ تطور هذا العنصر المتميز في العمارة العربية الاسلامية في الأندلس أن

استمرار التقاليد الاسلامية في عمارة اسبانيا المسيحية دليل واضح على أن تأثير العرب على الثقافة الأسبانية ، بل الثقافة الغربية ، هو تأثير عميق ودائم .

ابن القف الكركي وكتابه : العمدة في صناعة الجراحة
(حوالي ٦٨٠ هـ / ١٢٨١ م)

سامي خلف حمارنة

ولد الطبيب الجراح أمين الدولة أبو الفرج ابن موفق الدين ابن القف في مدينة الكرك في الأردن ومن هنا جاءت تسميته بالكركي في عام (٦٣٠ - ٦٨٥ هـ / ١٢٣٣ - ١٢٨٦ م) .

وبالرغم من أنه لم يعش سوى ٥٣ عاماً إلا أن إسهاماته الأدبية في علوم الصحة كانت بارزة الأثر .

ويعتبر كتابه الأول : **الشافي في الطب** بمثابة موسوعة لمجالي الطب والطب النفسي ، حيث تم إنهاء هذا الكتاب في عجلون ، الأردن في شعبان عام ٦٧٠ هـ / ١٢٧٢ م . أما في الـ ١٤ عام الأخيرة من عمره فقد قام ، إلى جانب ممارسة وتعليم الطب ، بتأليف ستة كتب ضخمة تجسدت من خلالها مهارته العملية والنظرية .

ويعتبر كتابه **العمدة** الذي يتحدث فيه عن العلاج الجراحي من أضخم الكتب وأكثرها شمولاً على الإطلاق في الاسلام خلال القرون الوسطى ، وقد تم إنهاء هذا الكتاب في دمشق - سورية حوالي عام ٦٨٠ هـ / ١٢٨١ م حيث توفي هناك . ويأتي كتاب **العمدة** لا بن القف الكركي من حيث الأهمية في المرتبة التالية بعد مؤلفات أبي القاسم خلف الزهراوي (٣٢٥ - ٤٠٤ هـ / ٩٣٧ - ١٠١٣ م) الذي قاد الجراحة العربية إلى ذروتها .

سنحاول من خلال هذا البحث إلقاء الضوء على هذا العمل الضخم ومقارنة محتوياته ومبادئه الأساسية بما سبقه وماتلاه من الأعمال في هذا المجال . ومن ثم سنقوم بشرح دوافع ابن القف لتأليف **العمدة** وأهدافه وأسلوبه ومبادئه واتجاهاته العامة . كما سنحاول أيضاً القيام بتحليل نقدي للملاحظات والاستنتاجات والمبادىء المنهجية والمكتشفات التي فاق بعضها الدراسات والكتب السابقة والمعاصرة .

وبشكل موجز يمكن القول إن **العمدة** يتضمن تعاريف وحقائق وأفكار جراحية و،مكتشفات ، تغني وتكمل هذا الفن . وهذه الملاحظات والمكتشفات بشكل عام فاقت التطورات التي تلتها في سجلات التاريخ الجراحي في العصور الحديثة السابقة .

مراجعات الكتب

George Saliba , A History of Arabic Astronomy Planetary theories during the Golden Age of Islam ,
IX + 341 Pages (bibliographie , index)
New York University Press , 1994 .

مراجعة سامي شلهوب

الدكتور جورج صليبا هو أستاذ اللغة العربية والعلوم الإسلامية ورئيس قسم لغات الشرق الأوسط في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك ويهتم بشكل خاص بتطور نظرية الكواكب .

وقد تناول في كتابه هذا تاريخ الفلك العربي مابين القرنين الحادي عشر والخامس عشر والتغيرات الفلكية الغير بطلميوسية في الفلك الاسلامي عارضاً سلسلة مقالات كانت قد نشرت في مجلات عالية بإحدى اللغتين العربية أو الإنكليزية وقد جمعها وفق المحاور التالية :

١ ـ مقدمة ومدخل شرح فيه التطورات التي طرأت وضرورة إعادة نشر هذه المقالات وإضافة ما يمكن إضافته على تطور الفلك الاسلامي وفق الأبحاث التي جرت حول ذلك .

فعرض في الباب الأول : أساسيات عامة في الفلك العربي

ـ تطور الفلك في العصور الاسلامية الوسطى

ـ علم أحكام النجوم وعلم الفلك الاسلامي

ثم عرض في الباب الثاني : تطور نظرية الكواكب

ـ ابن سينا وأبو عبيد الجوزجاني : قضية معدل المسير عند بطليموس

ـ الفلك الأول اللابطلميوسي في مدرسة مراغة .

ـ المصادر الأساسية لقطب الدين الشيرازي في الكواكب .

ثم عرض في الباب الثالث : المراصد والراصدون ، وبيّن فيه استخراج مابين مركزي الشمس وموضع أوجها لمؤيد الدين العرضي .

مجلة تاريخ العلوم العربية ـ المجلد الحادي عشر ١٩٩٥ ـ ٩٦ ـ ٩٧ م ، ص ١٠٢ ـ ١٠٣

وفي الباب الرابع تناول النظريات والأرصاد في الفلك الاسلامي وتناول فيه عمل ابن الشاطر الدمشقي .

وفي الباب الخامس تناول الفلك العربي وعلاقته بكوبرنيكوس وبحث فيه دور مرصد مراغة في تطور الفلك الاسلامي والدور العلمي العربي قبل النهضة الاوربية مبيّناً دور كل من العلماء العرب وإسهامهم في إظهار نظرية كوبرنيكوس بوضعها المعروف حالياً .

إن الدكتور جورج صليبا ، بإعادة نشره لمقالاته الخمسة عشرة في هذا الكتاب ، قد سهل على الباحثين في الفلك العربي والإسلامي تناول موضوع من أهم المواضيع ألا وهو الفلك العربي الإسلامي اللابطلميوسي ولكنه لم يتطرق إلى الأخطاء التي وردت سابقاً معتبراً أن القارىء يمكنه إصلاحها دون عناء ومع كل هذا فإن عمله مساهمة في إغناء المكتبة العربية وسدّ لثغرة فيها .

Virendra Nath Sharma , Sawai Jai Singh and his astronomy ,
(bibliographie , index) XVI + 347 pages
Motilal Banarsidass Delhi 1995 .

مراجعة سامي شلهوب

يتناول الدكتور « شارما » وهو الباحث في الفلك الهندي أقدم وأهم مرحلة من الفلك الهندي في كتابه (السوريا سيدكانتا) الذي يشمل / ١٤ / باباً . تناول فيه دراسة العالم " Sawai Jai Singh " وهو الفلكي ورجل الدولة الهندي من القرن الثامن عشر ، اهتمّ بالآلات الفلكية وبنى المراصد وكتب زيجاً هاماً كان قاعدة لدراسات فلكية غربية وكانت آلاته الفلكية مصنوعة بدقة متناهية لقياس الزمن .

وقد عمل في مرصده كل العلماء من أديان وجنسيات مختلفة وقد خصص مبالغ طائلة للأبحاث الفلكية وكانت أرصاده في غالبيتها مبنية على الرؤية المباشرة وأرصاده الذاتية .

وتناول الدكتور شارما في هذا الكتاب مقدمة بين فيها أهمية دراسة الفلك الهندي وفي الباب الأول تناول عصر وحياة " Sawai Jai Singh " . وفي الباب الثاني تناول إنشاء المرصد الذي أقامه " Sawai Jai Singh " وعمل به مع علماء اخرين .

وفي الباب الثالث والرابع تناول الآلات الفلكية التي استعملها في أبحاثه الفلكية . ثم في الأبواب الخامس حتى العاشر تناول المراصد الهندية المختلفة في «دلهي » و « جايبور » وغيرها .

وتناول في الباب العاشر الكتب والمكتبة التي اعتمد عليها " Sawai Jai Singh " .

وفي الباب الثاني عشر تناول الفلك الهندي عند " Sawai Jai Singh "

وفي الباب الثالث عشر تناول الفلك الاسلامي والغرب .

وفي الباب الرابع عشر تناول النتائج

بيّن شارما ، دور Singh في الفلك الهندي وتناول النماذج الـ / ١٥ / المختلفة للآلات التي استعملها في مرصده والتي أنشأ سبعة منها بنفسه . كما بيّن مصادر Singhفي الفلك الهندي

مجلة تاريخ العلوم العربية ـ المجلد الحادي عشر ١٩٩٥ ـ ٩٦ ـ ١٩٩٧ ، ص ١٠٤ ـ ١٠٥ .

وعرف زيج محمد شاهي واستعمله ثم بيّن علاقة " Jai Singh " مع كوبرنيكوس وأثره على الفلك الهندي .

وتابع ابنه " Madho Singh " ، الاهتمام بالفلك وذلك بعد سبع سنوات من وفاة أبيه ، (١٧٥٠) وقد كتب زيجاً مماثلاً لزيج « اولغ بيك » .

وهكذا من خلال هذا الكتاب بيّن الدكتور شارما أهمية هذا العالم الفلكي ونجح أيضاً في إلقاء الضوء على الفلك الهندي .

وبالتالي فإن هذا الجهد مشكور ويساهم في إغناء المكتبة العالمية حول محور هام الا وهو الفلك الهندي .

BOS Gerrit , Ibn Al - Jazzar on Forgetfulness and its Treatment , the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland , London 1995 . 91 pp .

مراجعة محمد هشام النعسان

اشتمل هذا الكتاب على / ٩١ / صفحة .تضمنت مقدمة وتسعة فصول وفهرس مصطلحات والمراجع المستخدمة في التحقيق . اشتملت المقدمة على تعريف العمل وشكر لبعض الباحثين الذين ساعدوا في إنجاز هذا الكتاب .

الفصل الأول تضمن تعريف بابن الجزار وتعريف رسالته في النسيان .

والفصل الثاني اشتمل على تعريف بالمخطوطات الخاصة برسالة النسيان وعلاجه لابن الجزار .

الفصل الثالث فيبحث في موضوع النسيان وعلاجه وتاريخه .

الفصل الرابع تعرض لمحتويات الرسالة في النسيان ثم عرض المؤلف في الفصل الخامس نص الرسالة العربي بعد تحقيقه من خلال ثلاث مخطوطات ثم ترجم هذا النص إلى الانكليزية في الفصل السادس وحقق الترجمة العبرية له في الفصل السابع ثم عرض تعليقات على النص العبري في الفصل الثامن .

الفصل التاسع فقد خصصه المحقق لأجزاء موجودة في النص العبري ومفقودة في النص العربي. لقد بذل المحقق جهداً لابأس به في تحقيق هذه الرسالة فقد استخدم في تحقيق النص العربي ثلاث مخطوطات هي على التوالي :

١ ـ مخطوطة لشبونة ورقمها / ٢٩٢ / ٧ وتاريخ نسخها يعود إلى القرن الرابع عشر

٢ ـ مخطوطة ميونيخ ورقمها / ٢٨٧ / وتاريخ نسخها يعود لعام ١٣١٦ م

٣ ـ مخطوطة باريس ورقمها / ١١٧٣ / ويعود تاريخ نسخها إلى القرن الرابع عشر

أما النص العبري فقد استخدم المحقق في تحقيقه خمس مخطوطات كانت على التوالي :

١ ـ مخطوطة ميونيخ رقم / ٢٨٧ / وتاريخ نسخها يعود لعام ١٣١٦ م .

٢ ـ مخطوطة ميونيخ رقم / ٢٥٣ / وتاريخ نسخها يعود إلى القرنين الرابع عشر والخامس عشر

٣ ـ مخطوطة Modena - Estense رقم / ٣٦ / ويعود تاريخها إلى عام ١٤٨٧ هـ

٤ ـ مخطوطة موسكو جينسبرغ رقم / ١١٥ / ويعود تاريخها إلى القرنين الخامس عشر والسادس عشر .

٥ ـ مخطوطة باريس رقم / ١١٧٣ / ويعود تاريخها إلى القرن الرابع عشر .

بالإضافة إلى الجهد الذي بذله في الترجمة الانكليزية وفي التعريف بابن الجزار وأعماله القيمة في مجال الطب والعقاقير الطبية .

إلا أنه لم يحقق مسميات الأدوية والعقاقير التحقيق العلمي واكتفى بالتسميات العربية والعبرية لها . لذلك يمكن اعتبار ما جاء في هذا الكتاب عبارة عن تحقيق أدبي لنص وضعه ابن الجزار عن النسيان في رسالة صغيرة لا يتجاوز عدد صفحاتها التسعة ، لكن لهذا الكتاب أهمية علمية لأنه يعرف بهذه الرسالة وبمكانة الطبيب العربي ابن الجزار واهتمام الاوربيين به وبأعماله حتى عصر النهضة في أوربا .

المشاركون في هذا العدد

• **الحاج قاسم محمد ، محمود** : حاصل على شهادة دكتوراه في الطب من جامعة استنبول عام (١٩٦١) . باحث في تاريخ الطب عند العرب والمسلمين ، وله العديد من المؤلفات في هذا المجال . وهو أول من أرّخ لطب الأطفال عند العرب باللغة العربية وأول من أرّخ للسرطان في الطب العربي الاسلامي .

• **بيرغرن ، ج . ل** : حاصل على شهادة دكتوراه في الرياضيات من جامعة واشنطن عام ١٩٦٦ . يعمل في مجال تاريخ العلوم الرياضية ، وله العديد من المؤلفات والأبحاث في هذا المجال .

• **بورشار، جيرزي** : أستاذ باحث في أكاديمية العلوم البولندية ، له العديد من الدراسات في مجال الفلسفة والبصريات . اهتم بشكل خاص بالعالم « وتيلو » شارك في العديد من المؤتمرات .

• **حمارنة ، سامي خلف** : حاصل على شهادة البكالوريوس والماجستير والدكتوراه .

عيّن مسؤولاً عن تاريخ العلوم الطبية لمدة حوالي ١٩ عاماً . ثم قام بتدريس تاريخ العلوم الطبية في عدة جامعات نال على أثرها درجة مساعد ومشارك ثم أستاذ . وحالياً ومنذ عام ١٩٩٣ يعمل أستاذاً في تاريخ العلوم الطبية في كوالالمبور ، ماليزيا . له ما يزيد على ١٦٠ مقالة و ٢٣ كتاب .

• **غليك ، توماس** : حصل على شهادة الدكتوراه في التاريخ من جامعة هارفارد ١٩٦٨ . وقد شغل العديد من المناصب التدريسية وله العديد من النشاطات المهنية . كما له العديد من المؤلفات حول تاريخ الري .

• **شلهوب، سامي** : متخصص في تاريخ الرياضيات وبشكل خاص في تاريخ الرياضيات العربية . نال شهادة البكالوريوس في الرياضيات من جامعة دمشق كما حصل على شهادة الماجستير والدكتوراه من جامعة لايبزيج بألمانيا .

يعمل حالياً وكيل معهد التراث العلمي العربي للشؤون العلمية في جامعة حلب ـ سورية.

شارك في العديد من المؤتمرات والندوات العلمية وله العديد من الدراسات والأبحاث العلمية

في مجال تاريخ العلوم .

• **صقال ، مأمون لطفي** : حاصل على شهادة الإجازة في العمارة من جامعة حلب ، سورية عام ١٩٧٤ . وعلى شهادة ماجستير في العمارة ، وشهادة في تصميم المدن من جامعة واشنطن عام ١٩٨١ . يمارس العمل المعماري والفني ويدّرس تاريخ الفن والعمارة الاسلامية في جامعة واشنطن ، كما يحاضر في المؤتمرات الدولية عن الفن والخط العربي والعمارة الاسلامية .

• **فهد ، توفيق** : أستاذ باحث في جامعة العلوم الانسانية في ستراسبورغ بفرنسا ، مدير ومؤسس لقسم الدراسات العربية والإسلامية بالجامعة ذاتها منذ أكثر من ثلاثين سنة ، تقلد أكثر من منصب علمي. يهتم بتاريخ العلوم العربية بشكل عام والعلوم الزراعية بشكل خاص ، له العديد من المؤلفات والأبحاث في مجال تخصصه .

• **قاري ، لطف الله** : مهندس يعمل في مصنع للبتروكيماويات بمدينة ينبع الصناعية في السعودية. له عدة من المقالات والدراسات في مجال تاريخ العلوم التطبيقية . شارك في العديد من الموتمرات والندوات حول تاريخ العلوم على المستويين العالمي والدولي .

• **كرّو ، إبراهيم** : تخصص بالهندسة الالكترونية ثم المنطق الرياضي من جامعات أمريكا وألمانيا . ثم قام بالتدريس و البحث العلمي في عدة جامعات عربية وعالمية .

مجال بحوثه الرياضيات البحتة والمنطق الرياضي وتاريخهما . شارك في مؤتمرات عالمية عديدة في كل هذه المجالات .

• **كوميز ، ميرسيه** : تعمل كأستاذة في قسم الفلسفة العربية في جامعة برشلونة في إسبانيا . وهي تعمل الآن في مجال تاريخ الفلك العربي والأندلسي ولها مؤلفات عديدة حول هذا الموضوع .

• **نعسان ، محمد هشام** : مدرس متمرن في معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب قدم أطروحة دكتوراه في عام ١٩٩٦ بعنوان : «مساهمة العرب في تطوير العناصر التكوينية للحدائق في العصر الأموي» وقد شارك في العديد من المؤتمرات والندوات حول تاريخ العلوم التطبيقية .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ - تقديم نسختين من كل بحث أو مقال إلى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات إلى عمال المطبعة . والرجاء إرسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ ـ ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكنا وإلا باللغة العربية .

٢ - طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعاً للأرقام المشار إليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضاً ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

آ - بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب - أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج - أما إذا أشير إلى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالإضافة إلى أرقام الصفحات .

أمثلة :

آ - المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار ، باريس ١٩٠٣ ، ج٣ ، ص١١ .

ب - عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية ، مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣ .

ج - المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .

انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .


BUCH ÜBER DAS GEHEIMNIS DER SCHÖPFUNG UND DIE DARSTELLUNG DER NATUR

PSEUDO-APOLLONIOS VON TYANA

URSULA WEISSER

Buch über Das Geheimnis Der Schöpfung und Die Darstellung Der Natur
(Buch der Ursachen)
Von
Pseudo-Apollonios Von Tyana
Ursula Weisser, editor

Aleppo, IHAS (1979).

27×20 cm. 702 pp. Arabic text (hand-scripted by the editor) and index; 66 pp. Introduction and notes (in German), paper bound.

(Sirr al-khalīqa wa Ṣan'at al-Ṭabī'a; Kitāb al-'Ilal by Balinus al-Hakim and including Tabula Smaragdina and Kitāb fī Ṭabīʿat al Insān by Nemesios of Emesa).

This is the most famous text of hermetic literature. Prof. Manfred Ullmann has noted that it was valued as the key to the innermost secrets of nature, and to the alchemists of the Middle Ages it was as holy as the ten Commandments.

The Tabula Smaragdina appears at the end of Sirr al-Khalīqa and it should be understood to be a commentary to the Tabula.

Dr. Weisser has used 17 of the numerous known copies for this edition. She includes a long background history with a history of the Latin transmission;

Book I On the Creation
II On the Sphere and Space
III On Minerals
IV On Plants
V On Animals
VI On Man

Price: US$ 30.00 (postage expenses are not included).

The Mechanical Machines in our Scientific History ,and the position of the book entitled :" Al - Risala Al - Qudsiyya "

Lutfallah GARI

This study sheds light on the works which the ancestors have written about the mechanical machines , and the great role which they played in the promotion of modern advancement in this domain .

The researcher displayes : The History books , the studies which tackles the written History , and the books which talked about the History of Arabic and Islamic clocks till our present time .

The researcher , also , clarifies the impact of the books - which were translated into Arabic during the Hellenic age on the modern achievements , and what the Arab and Muslim engineers did add to this field .

Finally , he unveils the influence of the Arabic and Islamic innovations on the Renaissance .

The Extremely Accurate Determination of the Size of the Mediterranean Achieved by Muslim Astronomers in al - Andalus .

Mercè COMES

The aim of this communication is to show one of the most important contributions made by Muslim astronomers to the practical geography . It concentrates on the corrections - made by some Arab astronomers of the Ptolemaic determination of the size of the Mediterranean sea . Their extremely accurate determination of the size of the Mediterranean , which reduced the excess of 20 degrees found in Ptolemy's *Geography* to only 1 degree approximately , seems to have been achieved trough the observation and calculation of a lunar eclipse . This method was already used by Ptolemy to determine distances in longitude and its use was also suggested by most of the subsequent Arab , Hebrew and Latin astronomers . However , nobody , from Ptolemy to Kepler , was able to achieve such good results as the ones reached by Maslama .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol . 11 : PP . P. 100.

Decidability in Mathematics after Al - Samaw' al - Al - Maghribī

Ibrahim Garro

In his book al - Bahir fi al - Jabr al Samaw' al al Maghribī divides mathematical problems according to their provability ,into three categories . He uses the Aristotelian modal notions of necessity and possibility in doing this .

A - Problems that are necessarily solvable .

B - Impossible problems .

C - Possibly solvable problems .

We shall be concerned with the last category and its relation to decidability . He introduces two definitions to this category which are apparently contradictory . Using modal logic we explain his intended definitions , namely; a -) not provable A and not provable ¬A.

b - possible A and possible -¬A .

He does not give a definite example of this category of problems , although he does give them for the first two .

Some authors have claimed that he introduced the notions of decidability and calculability . We compare his work with the modern notions of decidability and calculability . We find that these notions are defined relative to a formal system in mathematical logic . This was obviously absent in our author's work .

I . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol . 11 : PP . P. 99 .

The cases which are mentioned by Ibn al - Athir in his book *Al - Kamel fil Tarikh* are :

- In 458 H . / 1060 A. D. , a boy was born in Bagdad with two heads , two necks , two faces , four hands and only one body .
- In 597 H. / 1200 A. D. , a boy was born in Bagdad with two heads , his front is divided into two parts .
- In 601 H . / 1204 A. D. , a boy was born in Bagdad with two heads , four legs and two hands , but he died immediatly .

Conjoined Twins in the Arabic Islamic History

Mahmoud al - Haj Kasem Mohammad

The research dealt with the modern meaning of " twins " which have three Kinds :

1 - Franternal type or (dizygotic)
2 Identical type or (monozygotic)
3 - Conjoined type

The researcher extracted a text from ᶜOraieb Ibn Saᶜd al - Kortoubī ' s book in which , he explained the old meaning of twins according to the Arabic Islamic physicians . Then , he tackled the theme of " Conjoined twins " with reference to the Arabic Islamic History .

Al - Amīr al San ᶜa'ī , wrote in his book *al - Rawda al - Nadiyya* that during the era of Omar Ibn al Khattab - a woman gave birth to a boy with two heads , two bodies , four hands , while in the lower part he had only two legs . When one of these two creatures wanted to get married , the other twin died before acheiving that .

Al - Kazwīnī wrote in his book *ᶜAga' eb al - Makhloukāt* a story similar to the above mentioned one . But here in this case one of the two joined bodies died , so he was tied till he dried up then he was cut . The other body remained alive and wandered wherever he wanted . This may be considered the first successful attempt to separate two joined bodies in History .

The conjoined twins which ᶜOraieb Ibn Saᶜd al - kurtoubī mentioned in his book *Khalk al - Ganīn wa Tadbīr al - Habala wa' l - Mawlūdīn* :

- A twin was born with joint bellies , facing each others .
- A boy with two heads .
- Two maids each had a head , two hands , and an abdomen , but joined in the lower part to have only two legs .

The case which was seen by al - Razī in Bagdad (a boy with one head and two faces) .

- The case which al - Tanoukhī mentioned in his book *Nishwār al - Mouhadarā*, two men joined from one side to the armpit . They have one abdomen , one navel and one stomach , if they are separated certainly they will die . May be this case is the same case which western references denoted to as the earliest case about conjoined twins in History .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol . 11 : PP . 97 - 98 .

For short vowels , *a* is used for *fatha* , *i* for *kasra* , and u for *ḍamma* . For'ong vowels diacritical marks are drawn over the letters : *ā* , ī , *ū* . The diphthong *aw* is used for ° و and *a y* for ° ي . Long vowels before *hamzat al - wasl* are printed long (thus 'abū'l - Qāsim and not " abu'l - Qāsim ") .

To Contributors of Articles for Publication
in the *Journal for the History of Arabic Science*

1 . Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science . The text should be typewritten , double - spaced , allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer . In matters of paragraph indentation and the indication of footnotes , please follow the style used in this journal .

2 . Please include a summary - if possible in Arabic , but otherwise in the language of the paper - about a third of the original in length .

3 . Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text . They should be double-spaced as well , and they should contain an unabbreviated complete citation . For books this includes author , full title (underlined) , place , publisher , date , and page - numbers . For journals give author , number , year , and page - numbers .

Examples :

O . Neugebauer , *A History of Mathematical Astronomy* (New York ; Springer , 1976) . p . 123 .

Sevim Tekeli , " **Takiyüddin ' in sidret** ül Münteha' sina aletler bahsi " , *Belleten* 25 (1961) . 213 238 .

After the first quotation , if the reference is repeated , then the author's name and the abbreviation *op . cit* may be used . Alternatively, the books and articles cited may be collected into a bibliography at the end of the article , according to the above format , so that reference may be made to them in the footnotes by author or short title .

4 . In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended :

' , b , t , th , j , ḥ , kh , d , dh , r , z , s , sh ,
ء ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش

ṣ , ḍ , ṭ , ẓ , ^{c} , gh , f , q , k , l , m , n , h , w , y ,
ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن هـ و ي

Hamza at the beginning of a word is omitted in transcription . The *lām* of the Arabic article before sun - letters is not assimilated (thus *al - shams* and *not ash - shams*) .

NA^{C}SAN , M . *Hisham* : Agricultural Engineer . He presented his doctorate dissertation which is entitled : " The participation of the Arabs in the Development of the Constitutive Elements of Gardens in the Omayyad Era " . He participated in many International Symposia and Conferences on the History of Applied Science .

SAKKAL , Mamoun Lutfi : He has degrees in architecture from the University of Aleppo , Syria and the University of Washington . He worked as an architect , designer , and painter . He lectures on the History of Islamic art and architecture at the University of Washington .

Notes on Contributors

Al - HAJ KASIM MOHAMMAD , Mahmoud : He received the Ph . D. degree in medicine from the University of Istanbul , 1961 . He is a researcher in the History of Arabic and Islamic medicine and has many papers on this domain . He is the first one that ever wrote about the History of pediatrics and the History of.cancer in the Arabic Islamic medicine .

BERGGREN , J . Lennart : He received the ph . D. degree in mathematics from the University of Washington , 1966 . He is a researcher in the field of the History of mathematical science and has many papers on this field .

BURCHART , Jerzy : Professor in the Polish Academy of Science . He has researches within the domain of philosophy & optics , and he is concerned with " Witalo " . He participated in many International Conferences .

COMES , Mercé : Teacher in the Department of Arabic Philosophy at the University of Barcelona , Spain . She is now working in the field of the History of Arab and Andalusian Astronomy and has published several papers on this topic .

CHALHOUB , Sami : He received his Ph . D. in History of Mathematics from the University of Leipzig , Germany , 1980 . He is the Vice - director of the Institute for the History of Arabic Science at the University of Aleppo . He participated in many International symposia and Conferences on the History of Science , and has many researches and articles on this domain.

FAHD , TAWFIQ : Teacher in the University of Human Science in Strasbourg , France . He is the founder and the director of the Department of Arabic and Islamic Studies in this University since more than thirty years He is concerned with the History of Arabic Science in general , and with the History of Botany in particular , and he has many researchers on this domain .

GARI , Lutfallah . Engineer works in a petrochemical plant in YANBU , Saudi Arabia. He has many books , articles and papers in Arabic on The History of Applied science . He participated in many Arabic and International Symposia and Conferences .

GLIK , *Thomas* F . : He received the Ph . D. degree in History from the University of Harvard , 1968 . He occupied many brilliant teaching positions and had also many professional activities . He published many books on the History of Irrigation .

HAMARNEH , Sami Khalaf : He received his Ph . D. in History of Pharmacy and Medicine from Madison , Wisconsin , U . S. A . , 1959 . He is a professor of History of Medicine, Pharmacy and professional Ethics .

GARRO , Ibrahim : He received the M . S . degree in electronics from the University of California at Burkely , and the Ph . D. degree in mathematical logic from Bonn University in Germany . He taught in many Arabic and international Universites . He is a researcher in the History of Mathematics and Mathematical logic . He participated in many International Conferences on these domains .

chrétiennes , comme le Carême (II , 4) et le Carême des Ṣâbi'ûn . Probablement ici les Mandéens (voir art . Ṣâbi'a in EI^2). Varisco les énumère et les explique (pp . 75 - 79) . Peut on en déduire que l'auteur de cet almanach avait devant les yeux un calendrier copte ?

Un autre chapitre important mérite d'être décrit : le chapitre 4 (Environnement) . il contient une liste des principales plantes du Yémen , une région très riche en végétaux , étant située entre l ' Afrique et l ' Asie ; il en décrit sept . Quant aux animaux , il décrit 9 oiseaux , 6 insectes , 2 reptiles , 3 animaux domestiques , 3 animaux mythiques .

Disons , en conclusion , qu ' il s'agit d'un travail très soigné , méticuleux et précis , mettant en valeur un texte comportant une terminologie difficile que l'auteur a pu comprendre et expliquer , grâce à sa connaissance du dialecte et du folklore Yéménites , du fait de son long séjour dans ce pays , où les traditions agricoles sont encore vivaces , et de son mariage avec une Yéménite cultivée . C'est un ouvrage fort utile pour les chercheurs et pour tous ceux qui s'intéressent à l'histoire et au folklore du Yémen . D'autres travaux sont annoncés ; j'espère qu'il mènera à bonne fin l'édition de *Bughyat al - fallâḥîn* que préparait son maître R . B . Serjeant , récemment décédé (1993) .

T . FAHD

chapitres :

1) Les calendriers (63 80) , 2) L'astronomie (81 104) , 3) La météorologie (105 127) , 4) L'environnement (12 8 155) , 5) L'agriculture (156 202) , 6) Santé , humeurs , sexe (203 - 214) ; 7) La navigation (215 231) . Suivent d'abondantes notes rangées selon les pages (232 256) , une riche bibliographie (257 - 301) , un index commenté des noms des lieux mentionnés dans le calendrier (302 - 311) , un index des principaux termes figurant dans l'almanach (312 - 318) et un index général (319 349) . Tous ces index mettent en évidence la richesse de l' almanach et du commentaire .

On peut relever le fait que l'auteur concentre son analyse sur le texte Yéménite sans en comparer ni confronter le contenu aux calendriers agricoles arabes qui l'avaient précédé . Deux de nos études sur l'*Agriculture nabaṭéenne,* parues ces dernières décennies , auraient pu contribuer à la mise en valeur de cet almanach . Il s'agit de : " Un traité des eaux dans *al - Filâḥa n Nabaṭiyya* (hydrologie , hydraulique agricole , hydrologie) " , in *La Persia nel Medioevo*, Rome , Accademia Nazionale dei Lincei , 1971 , 277 326 ; et "Conduite d'une exploitation agricole d'après *l'Agriculture nabatéenne* , in *Studia Islamica* XXXII / 1970 , 109 128 . Notre présentation du " Calendrier des travaux agricoles d'après *al-Filâḥa n-Nabaṭiyya* est citée en bibliographie mais non utilisée . Les noms d'Ibn Waḥshiyya et de l ' *Agr . nab.* sont totalement absents , alors qu' ils sont fréquemment cités dans *Bughyat al fallâḥîn* . Faudrait il en déduire que l'*Agr . nab* . était inconnue au Yémen avant 1297 , date de décès d'al - Malik al Ashraf , alors qu'elle était un ouvrage de référence dans le domaine arabe , de l'Irak jusqu ' en Andalousie, depuis sa traduction aux X^{e} - XI^{e} siècles ?

L'analyse des sept thèmes sélectionnés est très riche . Prenons , pour exemple , le thème de l'agriculture : Après un bref exposé sur l'agriculture sous la dynastie Rasûlide , l'auteur aborde le système des taxes ; il en énumère 10 , perçues sur 10 produits . Suit un exposé sur le cycle agricole , où sont énumérés les céréales , les fruits , les légumes , les fleurs , les plantes aromatiques , le lin et le coton , dont il est question dans l'almanach . Rien n'est dit sur leur introduction , ni sur les modes de leur utilisation .

A la lecture de cet almanach , on est frappé par les fréquentes mentions relatives à l'Egypte (voir index des noms des lieux et index général) . Nombreuses sont également les mentions relatives à l'Inde (cf . index) . Le 13 septembre , on trouve la mention *nabaṭî* que l'auteur lit Nabṭîet fait suivre d'un point d'interrogation ; dans l'index des noms de lieux , il dit qu ' il pourrait s'agir d'un lieu sur la côte africaine . Pourquoi ne pourrait il pas s'agir d'une référence aux Nabatéens d'Irak ou de Syrie (cf . art . Nabat in EI^{2}) ?

Il est à noter aussi des mentions de fêtes et de périodes religieuses

L'origine du calendrier agricole chez les Arabes remonte à ^{c}*ilm al anwâ'*, qui consiste en la " connaissance des périodes délimitées par le lever héliaque et le coucher acronique de certaines étoiles . Dans la littérature qui fixera ces traditions , les noms de ces étoiles s ' identifient avec ceux des vingt - huit mansions lunaires . Le nom de cette science fait ressortir la notion d ' opposition entre ces étoiles , laquelle est à l'origine de la modification périodique des conditions atmosphériques " (cf . T . Fahd , *La divination arabe* , Paris , Sindbad , 1987 , pp . 412 - 417) ; sur *Kutub al - anwâ'*, voir F . Sezgin , GAS VII , Leyde , Brill , 1979 , p . 366 sqq . , qui en énumère 37 . pour les noms des étoiles connues chez les Arabes , voir P. Kunitsch , *Untersuchungen zur Sternnomenklatur der Araber* , Wiesbaden , 1961) . Outre les prévisions météorologiques , l'observation des étoiles fixes permettait de s ' orienter la nuit dans le désert et de déterminer les saisons .

Ces observations ont conduit les agriculteurs à fixer , en conséquence , le calendrier des travaux agricoles . Les plus anciennement connus sont : " Le calendrier des travaux agricoles d'après *al - Filâḥa n - Nabaṭiyya* " , dont le contenu a été présenté par nous dans *Orientalia Hispanica* , vol . I , pars prior , Leyde , Brill , 1974 , pp. 245 272 , et *Le calendrier de cordoue de l 'année 961* . Texte arabe et ancienne traduction latine , publié par R. Dozy , Leyde 1873 ; nouvelle édition accompagnée d'une traduction française annotée par Charles Pellat , Leyde , Brill , 1961 (*Medieval Iberian Texts and Studies* , vol . I) . Cette tradition s'est poursuivie ; on trouve des calendriers dans la plupart des traités agricoles (sur d'autres calendriers étudiés par pellat , voir Bibliographie , p . 287 8) .

Ce qui distingue le calendrier étudié des précédents et suivants , c'est la grande précision , jour pour jour , des travaux à accomplir chaque mois , alors que l'*Agriculture nabaṭéenne (* éd . T. Fahd , Damas , Institut Français d'Etudes Arabes , I (1993)pp. 218 241) parle du mois en général , tout en tenant compte des quartiers lunaires . L'année agricole commence en avril dans l '*Agr. nab* (p . 222) , alors qu 'elle commence en octobre dans le calendrier étudié ; cela est probablement dû à l'influence juive au Yémen .

Après avoir situé le calendrier dans la tradition agricole yéménite (10 12) , Varisco en présente l'auteur , al Malike al Ashraf , III^{e} roi de la dynastie Rasûlide , d'origine turkmène . Le premier était compagnon de l'ayyûbide Tûranshâh ; il occupa le Yémen en 569 / 1173 (12 - 14) ; il laissa plusieurs écrits . Ce sont des écrits d'astronomie , de médecine , ,d'art vétérinaire, d'histoire , d'agriculture . *At Tabsira écrit* astronomique , dont cet almanach est extrait , et *Milḥ al malâḥa* , cité ci dessus , ouvrage connu partiellement et mal édité (voir p . 5) , constituent la base de ce commentaire . L'auteur les présente pp 16 19 . Suit le texte arabe et sa traduction anglaise .

Dans une seonde partie , Varesco étudie le c o n t e x te du sujet dans sept

Book Review

VARISCO ; Daniel Martin **, Medieval Agriculture and Islamic Science. The Almanac of a Yemeni Sultan ;** Washington , University of Washington Press , Seattle and London , 1994 , XV - 349 p ., texte arabe : pp. 41 - 60 **(Publications on the Near East University of Washington ,N° 6) .**

Présenté par feu Robert Bertram Serjeant , grand spécialiste de la civilisation et de l'agriculture du Yémen médiéval , cet ouvrage traduit et commente le chapitre 32 de la *Tabṣira fī ᶜilm al nudjûm* d'al Malik al - Ashraf ᶜUmar b . Yûsuf , sultan du Yémen , mort en 1296 . Ce chapitre contient le calendrier des travaux agricoles .

Ce calendrier s'inscrit dans une tradition agricole qui remonte loin dans l'histoire du Yémen , pays célèbre pour sa fertilité , appelé par les anciens l'Arabie Heureuse , par opposition à l'Arabie Déserte , qui la limite au Nord et Nord-Est . Les textes classiques et les innombrables inscriptions sud arabes attestent la richesse de l'agriculture Yéménite . Après une période de décadence, durant laquelle les barrages se sont rompus et le nomadisme a dominé , il y eut un regain de fertilité sous la dynastie Rasûlide qui régna du XIII^{e} au XVI^{e} siècle de notre ère (voir réf . à ce sujet p . 232 , n . 1) . Sur la richesse de cette agriculture , Varisco consacra de nombreuses études , avant d'en faire la synthèse dans ce livre (voir bibliographie . pp . 297 - 9) .

L'agriculture yéménite s'est illustrée par un ouvrage d'une grande importance , intitulé : *K. Bughyat al - fallâḥîn fī l - ashdjâr al - muthmira wa l-rayâḥîn* , écrit par le sultan yéménite al Malik al - Afḍal al - ᶜAbbâs *b.* ᶜAlī qui régna de 764 à 778 / 1363 à 1376 (sur cet écrit , voir ,Max Meyerhof , " Sur un traité d'agriculture composé par un sultan yéménite du XIV^{e} siècle" , in *Bulletin de l'Institut d'Egypte* , 25 / 1943 , pp. 55 - 63 ; 26 / 1944 ,pp .51-65 ; M.Ullmann , *Die Natur - und Geheimwissenschaft im Islam* , Leyde , Brill , 1972, pp . 449 - 450) . Il cite fréquemment un ouvrage intitulé : *K. Milḥ al - malâḥa fī maᶜrifat al - falâḥa* , écrit par son grand - oncle (et non grand père comme dit p. 13) al Malik al Ashraf ᶜUmar b . Yûsuf , qui avait régné de 664 à 669 / 1295 à 1297 . R . B . Serjeant préparait l'édition de *Bughia (* cf . "Agriculture and Horticulture : some cultural interchanges of the Medieval Arabs and Europe " , in *Oriente e Occidente nel Medioevo : Filosofia e Science,* Convegno internazionale (9 - 15 Aprile 1969) , Rome , Accademia Nazionale dei Lincei , 1971, pp . 535 - 548) .

- J . H . A . S . 1995 - 69 - 97 : Vol 11 : PP . 89 - 92 .

the practice of the healing arts was forgotten for few centuries thereafter [38].

Al karakī realized the dangers of employing multiple standards in the region, particularly in view of the numerous of formularies and medical compendia, Physicians and practitioners are getting their information from these popular and reputed manuals. But these sources are authored in many and various countries in Islam. This state of affairs led many physicians to err in prescribing the exact weights and dosages in prescribing medications to their patients. For these reasons, he proclaimed this appeal for unifying all metrological systems, at least within the Arab lands [39].

Concluding Remarks :

Al-Karakī's *Al - ᶜUmdah* is the largest, highly reputed independent manual in its field in Islam up to the author's time - and for that matter for centuries after its publication. It contains many original literary contributions; medical, pharmaceutical, surgical and anatomical observations based on experimentation and innovation that made this manual outstanding. For this reason, this writer determined to reedit it with comprehensive annotations and commentary and if possible finally translate the same into English.

It can be adequately compared between Arabic surgery in the time of the author and modern surgery. It will became a useful historical text to bridge the gap between the great surgical legacy in Islam with today ' s surgical technology, philosophy and scientific thinking. It can be recommended as excellent example to all medical students and competent surgeons in the universities, health research centers and institutes throughout the Arab world.

38. Al karaki, *al ᶜUmdah*, Hyderabad edition, vol. 3, pp. 232 34 ; and Hamarneh, " The First Recorded Appeal For Unification Of Weights And Measures ". Physis, vol. 5 (1963), pp. 230 - 47.

39. Sarton, *Introduction*, vol. 2, (1975), pp. 216 17 ; and Hamarneh, *Ibn al Quff*, Cairo. 1974, pp. 137 - 48.

Al Karakī also devoted adequate spaces on mouth hygiene and the extraction of teeth . He then described methods and techniques of how to perform tonsillectomy unless the tonsils are cancerous or malignant . Then described operations on the uvula when swollen and when the breathing of the larynx becomes difficult .

Al Karakī presented a very useful and detailed discussions on the circumcision , which suggest that he had performed these operations multitudes of times . He then devoted two chapters on the extraction of stones from the kidneys and the bladder by using catheters successfully [36].

The twentieth and last treatise in al ᶜUmdah is devoted to compounding pharmaceutical forms preparations , medical therapy and weights and measures. It is in a form of *aqrābādhīn* formulary or dispensatory . Much of the subject matters were based on Greek schools of thought , the writings of Ḥunayn al - ᶜIbādī , Sābūr ibn Sahl and Ibn al Timīdh's Aqrābādhīn. He argued that as the simple remedial agents must be defended against polypharmaceutical recipes , likewise there are points where compound drugs are needful in certain places and for good reasons . He contended that in as much as simple drugs vary from one another in potency and dosages , so the compounded preparations are made up of the same simples (*mufradāt*) : dosages and potencies , more amounts for the mild ingredients and smaller from the potent [37].

Finally , it seems proper here to report that , the first known physician who proposed rational , systematic standardizations of weights and measures was al - Karaki himself . He alloted such undertaking to medical practice in particular , in the fourth chapter of the twentieth treatise of *al - ᶜUmdah* . He warned against the existing dangers at " disunity " in standardization . He sounded the challenges , showed the urgent need and suggested solutions that deserve credit to the history of metrology , medicine and pharmacy . Yet unfortunately , this first recorded appeal for unification of such standards in

36. Spies , " Beitrage Zur Gesch der Arab - Zahnheilkunde "*Sudhoffs Archiv* ,vol . 46 (1962),pp.153 77; and the Hyderabad edition of *al ᶜUmdah* , vol 2 pp. 195 99

37. *Ibid* . vol . 2 , pp . 212 33 ; Hunayn al ᶜIbadi , *Masa' il* , 1978 , pp . 138 45 . 181 92 ; and Hamarneh , " Sabur's Abridged Formulary " , *Sudhoffs Archiv* , vol . 45 no . 3 (1961) , pp . 247 - 60 .

where there constant wars and military conflicts in the region . In so doing , he likewise described diverse instruments and surgical tools he employed , as well as the duties and functions of the surgeon's assistants and aids . As to methods and approaches , he recommended when and how the patient should lie down in his bed at the side on which the operation had taken place . He for example advised that the side on which the surgery be performed should also be higher, compared to that of the other side, while the bandaging of the wounded part be started from the lower position upward . He cautiously recommended that procedures and materials employed for stitching the wounds in surgical operations be done as follows :

1 . That the thread be neither very tough to injure the skin , nor be too soft to break easily ;

2 . That the spacing be faithfully realized between the first stitch and the one next to it ;

3 . That stitching should be carried out to the very end of the applied wound assuring thereby safe and swift healing processes ;

4 . That proper usages of the three - pronged needle that resembles the farrier's pointed - end needle should be applied for better and adequate results .

Al Karakī had recommended three methods in *al ᶜUmdah* for tying and binding the wounds . However , he preferred that stitching be performed by inserting the needle consecutively from the outside through the skin , muscles and dermis then also outwardly in a reversed order up to the opposite end and so on . In each time , tie the two ends with the thread and cut each step along the length of the wound . He then remarked ;

" Take thereafter a triangular bandages , the length of its two angles so that it be equal to the length of the area operated on . Then cover the area with the two sides of the wound , while the third angle of the bandage extends to the outsides . Join the ends of the bandages together and tie them gently over the wound . The patient is then taken to lie on his bed in such a way that the side operated on be higher than the other . Further , the patient must have liquid diet only , avoiding especially raw fruits , sour or spicy foods or that cause over - eating and flatulence in the stomach " .

Al Karaki discussed the methods of extracting kinds and makes of arrows , shafts , darts , and arrowheads from the injured , whether poisoned or not . He then elaborated on other wounds and fractures of the more exposed parts of the body such as : the skull , the face , jews , collar bones , as well as the bones of the chest , thigh , arm and finger , the management and treatment of dislocation and bruised bones as well as simple and compound fractured bones [35] .

35. Hamarneh , *Ibn al Quff* , Cairo , 1974 , pp . 132 35 ; and al Karaki , *al ᶜUmdah* , Hyderabad edition , 1937 , vol . 2 , pp . 98 - 107 , 160 - 73

they are hot , cold, moist or wet . These simples (*mufradāt*) were arranged and described in alphabetical order [33] .

Concerning the trearises twelfth to nineteenth , the author elaborated on the therapeutic effects on body's humors , individually or jointly . He then took up once more the salient themes of the wounds and injuries ; bone setting , fractures and dislocations ; cauterization , circumcision as well as other surgical manipulations and professional skills . In these treatises and chapters , he for example warned against open surgery of the stomach , the liver , kidneys , small intestines and the bladder surgery as could be very fatal .

However , he concluded that small operations on one side of the brain can be healed if done carefully , but not if the operation involves the two sides or the entire brain organ . Specifically , for the heart , it will not be possible at all . Thus any operation on the heart properly , it will prove fatal in view of the fact of its continuous movement or pulsation .

Likewise concerning the kidneys , with the exceptions that such operations are to be applied safely , and are carried skillfully on the fleshy parts of the neck and none other , as in the cases of the extracting of stones from them . Also as regard to the liver itself . It can be possibly operated on , that is its nodes only , but no other parts of it , The same can be said of the extremities of the intestines .

Nevertheless , the author brings fascinating , precise and constructive description of how to close wounds in simple and compound surgery and in which a part of the organ can be removed . Here , the step by step instructions confirm his familiarity with such operations as well as the treatment involved - as a competent surgeon and therapist [34].

Furthermore , Al - Karakī elaborated on the six types of skull fractures and how each case should be handled , ranging from the simple to the compound . He also treated the wounds' stitching and how to be closed skillfuly . It is presumed that al Karakī during his professional duties in the two cities of ᶜAjlūn first and then in Damascus , that he had performed and treated thousands of such and similar cases among the army troops in a time

33. Relevant dictionaries include : al Biruni's *al Saydanah* ; al Ghassani al - Rasuli's *al Muᶜtamad* ; R. Miftah's *Ihya ' al Tadhkirah* ; Qudamah , *Qamus* ; Ar . K. Bedavian's *Polyglottic Dictionary of Plant Names* , Cairo , 1936 ; and al Karaki's *Jamiᶜ* , 1989 ; Hamarneh , *Ibn al Quff al karaki* , 1974 , pp. 128 32 ; and G. Kircher , *Die Einfachen Heilmittel .. des I . al - Quff* , Bonn Univ , 1967 .

34. *Ibid* . , pp . 132 37 ; al karaki ' s *al ᶜUmdah* , 1994 , pp . 31 8 ; and Spies and Hans - Jurgen Thies , "Die Propadeutik .. Ibn al Quff " , *Sudhoffs Archiv* , vol . 55 (1971) , pp . 372 - 91 .

breast [28] .

The Fourth on pathology : whether constitutional or congenital (occurring before , during or after birth) , quantitatively and qualitatively according to the position , area or the particular organ [29] .

The Fifth and Sixth Treatises deal with such aspects as the phlegmon (inflammation or infection of the tissues) , the smallpox (variola) , the kinds of boils , pustules and tumors whether malignant or benign . The author further discusses the plague , aneurysm and the infected papule , oedema , scrofula (king's evil) as well as the difference between the albinism and vitiligo [30] .

Al - Karakī from treatises seven to nine considers the following diseases : the erysipelas , the eczema with its two types , the serpiginous and the cancroid, the measles , cancer , leprosy , the dandruff, varicosity , and elephantiasis , whitlow , alopecia , ringworm , carbuncle , carcinoma , the warts , phagedena , scabies, and emphysema [31].

The Tenth Treatise defines the ways and means of treatments by the qualified surgeon . He then describes the following surgical manipulations and techniques : phlebotomy or venesection, cupping and scarification , leaches , ulcers , epistaxis , cauterization and bone dislocation [32].

The Eleventh Treatise on materia medica , the therapeutic influences , the degrees (from the very weak to the very potent) as well as in regard to whether

28. Spies and H. Muller Buttow , " Drei Urologische Kapitel aus der Arab . Medizin " , *Sudhoffs Archiv* . vol . 48 (1964) , pp . 249 59 ; and *Anatomie und Chirurgie des Schatels nach Ibn al Quff.* Berlin Walter de Gruyter , 1971 . Introduction ; and Hamameh, *Ibn al - quff* . Cairo , 1974 , p . 127 .
29. *Ibid* ., 1974 , p . 127 - 8 .
30. ᶜAli ibn Hubal al Baghdadi , *Kitab al Mukhtarat* , Hyderabad Deccan , India , Osmania Oriental Publ . Bur . , Part 4 , (1943) , pp . 141 - 44 , 190 - 206 .
31. Ibn Hubal , *Op. Cit* , part 4, pp. 134 51 , 189 220 ; ᶜAli b. ᶜAbbas al Majusi *al Maliki* , Cairo Bulaq , Vol . 2 (1294 A. H . / 1877) , pp . 194 202 ; and Hamarneh , *Catalogue .. British Library* , 1975 , pp . 129 31 ; and *Al Zahiriyah Library* , Damascus . 1969 , pp . 297 - 98 , 454 - 58 .
32. J. A . Eagles and M. N. Randall , *Handbook of Normal and Therapeutic Nutrition* , New York , Raven Press , 1980 , pp . 216 20 ; Hunayn b. Ishaq , *al - Masa' il fi ' l Tibb* , ed . by M. ᶜAli Abu Rayyan et . al .. Dar al Jam . al Misriyah, 1978 , pp. 44 45 , 79 88 , 381 89 ; and al Karaki ' s *al - ᶜUmdah* , ed . by Hamarneh , Amman, Univ . of Jordan Press , 1994 , pp. 283 - 348 .

their functions and whether they are normal , inadequate or in excess [26] .

The Second Treatise , on the temperaments of the human 's body organs or their disposition and their formed habits . It discusses also the peculiar physical characteristics as well as the mental cast of the human being , e. g . whether bilious , choleric , lymphatic , phlegmatic , melancholic or sanguineous. This treatise in addition describes the anatomy of the organs in particular : the cranium (*al qaḥf*) down to the pubic bone , the feet bones , the anatomy of the nerves , arteries , veins , the muscles , the integuments , membranes and cartilages and dermatology .

The author remarked how wonderfully and perfectly God created the human body as seen in one organ - the cranium for example . Here the cranium is made of many bones appropriately surrounded by the brain , having many outlets (canals) . These canals run between the many bones that beautifully fit together , one next to the other . They allow the blood vessels to go in and out through the brain harmoniously . In case one of the bones was hit and injured , it suffers alone so that the fracture or pain remains limited and confined to the particular injured area . It will not automatically spread to the brain as a whole to interrupt its function and endanger its safety [27] .

The Third Treatise demonstrates the anatomy of the brain , the motor and sensory systems , the spinal cord and the nervous system . The author compares the two large nerves (like large rivers) and the smaller nerves branching from them as streams carrying the " messages " , orders and impulses of the major central trunk , whether motor or sensory , to all parts of the body .

He then described the anatomy of the eye and the other senses ; the uvula and the larynx ; the bronchus , the lungs , the heart , the esophagus , the stomach , the omentum , the intestines , the mesentery surrounded by the pancreas ; the anatomy of the liver , the gallbladder , the spleen , the two kidneys ; the bladder and the two testes together with the vas deferen , the seminal vesicles , the ejaculatory ducts , the scrotum , the urethra , the prostate glands , the male gonad , the anatomy of the uterus (the womb) and the

26. *Ibid* , pp. 125 6 ; and O . Spies , " Beitrage " , *Sudhoffs Archiv* , vol . 46 , (1962) , pp . 153 - 77 .

27. peter de Koning , *Trois Traites d ' Anatomie Arabe Par Razi . ᶜAli b. ᶜAbbas et Ibn Sina*, Leiden , Brill , 1903 , pp . 150 74 ; and O . Spies , " Zur Geschichte der Pocken in der Arab Litteratur " , *Sudhoffs Archiv* , Beiheft 7 , Wiesbaden , 1966 , pp . 187 - 96 .

less than five years before he regretfully passed away from the scene [23].

Al - ᶜUmdah was composed of twenty treatises and are extant in a good number of manuscripts , some are complete and others are in part deposited in several libraries in many countries - a fact that explains its widespread circulation . It was also edited in the Osmaniya Bureau Hayderabad - Deccan , India in two parts published in 1937 . The first part of this edition comprising eleven treatises was reedited with introduction and annotations by this writer and published in the University of Jordan Press , Amman , 1994 , in 476 pages. And in this paper an attempt to discuss briefly the contents and evaluate its contribution to the surgical history and the practice during al - Karakī's time [24].

The Preface to al ᶜUmdah :

During al - Karakī 's time , the art of surgery had been at its lowest ebb . Many respectable colleagues lamented the decline of the profession from its lofty standards . Therefore , they urged him to write a manual on surgery and its practical applications that fills the existing gap . Al - Karakī having an earnest desire to revive the art and encourage the qualified surgeons (*al - Jarā'iḥīyah)* to do their best . He consented willingly and with determination to complete his manual embracing in it every useful details . Consequently , he defined the art of surgery , its requirements , prerequisites general principles and its medical doctrines , he also interpreted the occurrences , kinds , causes and symptoms of the swelling and tumors , the various simples of the materia medica , their physical properties modes of action , dosages , pharmaceutical forms and the manufacturing of the anointing oils , unguents and pastes employed by the surgeon to his clients [25].

The First Treatise of al - ᶜUmdah , in six chapters defines the surgical art , explaining the difference between the career and professional duties of the surgeon (*al - Jarrāḥ or al - jarā'iḥī*) and that of the general practitioner /dietitian naturalist (*al ṭabā'iᶜī*) , naturopathy) . It then explains the formation of the four humors:blood ,phlegm and yellow and black biles and

23. Otto spies and H . Muller Butow , *Anatomie Und Chirurgie... Nach Ibn al Quff* , Berlin , walter de Gruyter , 1971 ; George Subhy , " Ibn al Quff , an Arabian Surgeon 7th c . A. H./13th c. " *Journal of the Egyptian Medical Association* , vol . 20 (1937) , pp . 349 57 ; E. Wiedeman , " Beschreibung von Schlanger bei Ibn al Quff " , *Sitzungsberichte Phys , Med, Soz Erlangen* , vol . 48 (1918) , pp . 61 64 ; and Antoine Berthelemy Clot *Note Sur la Frequence des Calculs .. en Faire l ' Extraction* , Marseilles , 1830 , pp . 10 - 27 .
24. See in particular : al - Karaki ' s *al - ᶜUmdah* , edited 1994 , pp . 13 - 27
25. Hamarneh , *Ibn al - Quff , Op Cit* , 1974 , pp 115 - 25 .

in medicine) . It was apparently completed on the 10 th of Shaᶜbān 670 A. H. / 1272 , as the first book of its kind authored in Transjordan in 12 treatises , on theory of medicine and the practical part of it [19].

After the widespread fame of his book *al - Shāfī* , al Karakī was summoned back from the citadel of ᶜAjlūn to serve at the other prominent citadel at the Syrian capital and where already was a well furnished hospital to care for the physical and mental health of the Royal family , as well as the entire highly trained and highly mobile military units from the highest ranks to the regulars . There al karakī continued to be as he practiced in ᶜAjlūn , the physician - surgeon caring for the health and welfare needs of the entire community . He also taught medical students who came to his lectures from far and near and where he likewise authored several outstanding medical work [20] . Among them we can mention the following :

Sharh Kullīyat Ibn Sīnā (about 673 A. H. / 1273 4) as his second literary contribution . It is a commentary , freely paraphrasing the generalities of the first book of Abū ᶜAlī al - Ḥusayn b. ᶜAbdallāh Ibn Sīnā (Avicenna 980-1037) [21].

The Aphorisms entitled *al - Uṣūl fi Sharḥ al - Fuṣūl of Hippocrates* is a very important commentary which had been recently edited . It was followed by *Jāmiᶜ al - Gharaḍ* on the preservation of health and preventive medicine [22]. Last but not least , al - karakī authored his master piece , *al - ᶜUmdah fī ṣināᶜat al - Jirāḥah* , known also as *ᶜUmdat al Iṣlāḥ fī ᶜAmal Ṣināᶜat al -Jarrāḥ*, on surgery . This is the best manual published by al - Karaki and most comprehensive in its field . It was highly reputed among al - Karakī ' s literary contributions and received much demand since its publication in 680 A.H./ 1281

19. Hamarneh , *Ibn al - Quff al Karaki* , Cairo , 1974 , pp . 74 83 ; *Ibn al - Quff al Karaki's Jamiᶜ* , pp 27 - 56 ; and " Najm Min al Urdun " . *al Yarmouk* no . 22 (1988) , pp . 22 - 7 .
20. Qutb al Din Musa b . Muhd . al Yunini (d. 726 A . H . / 1326) , *al Dhay ' l* , Haydarabad , India . Part 4 (1961) , 312 4 ; Hamarneh . " The Contributions of the Physician - Surgeon I . al - Quff al Karaki " , *Al Yarmouk* , no . 30 (1990) , 50 - 53 ; and *Al - Jamiᶜ*, Amman , The University of Jordan , 1989 , pp . 14 - 17 .
21. There were several commentaries on Ibn Sina's *kulliyat* Most important among them are the ones by Ibn Nafis (ca . 1210 88) , and this one by al karaki . See for example al - Qifti , *Hukama'* , pp. 413 - 23 .
22. See *Ibn al Quff al karaki' s Book Jamiᶜ al - Gharad* , edited with introduction and annotations by this writer and published by the Univ . of jordan in Amman , 1989 , pp. 58 - 90 .

practitioner [16].

5. Shams al - Dīn b. al - Mu'ayyad al - ᶜAraḍi, a student to the famous astronomer mathematician philosopher Naṣīr al - Dīn Muḥd al Ṭūsī (born in Ṭūs Iran 597 A. H. and died in Baghdad 672 / 1273), a field he excelled in it according to Ibn al - Quff al - Karakī himself [17]. In addition Ibn al - Quff al - Karakī likewise had further training in the known hospitals in Damascus, including al Nūrī al - kabīr and Bīmāritān al - Qaymarī. As a result of these persevering studies and orderly training he eminently began to excel in many areas of the healing arts especially in therapy, health care and surgery.

Practical and Academic Experiences :

Very little is actually known of the personal life, the academic performances and the various professional activities, al karakī had and pursued. There are a few historical documents and biographical citations that can shed some light on his biodata. Then we can glean further information from the extant works he authored, in order to piece together intelligently his life story and speculate a recount of his professional career.

About 1260, the Muslim army won a decisive victory over the Mongols at ᶜAyn Jālūt near Nazareth in Palestine. The battle was fought under the leadership of Rukn al - Dīn Baybars, who became shortly the real founder and the most distinguished of the Bahri Mamlūk sultans (reigned as king al - Ẓāhir, 1260 - 77). He also was the first of the Mamlūk sultans who dealt the final blows to the Crusaders 'cause [18].

As king al-Ẓāhir Baybars continued to rebuilt his dynasty and reconstruct its institutions, he paid special attention to strengthen the army and improve the physical and medical conditions of the soldiers. In view of this, he possibly appointed Ibn al - Quff al Karakī to serve as the physician - surgeon for the entire military unit at the very important citadel of ᶜAjlūn in Transjordan, one of the main purposes of this fortification was to guard the safety of the area from Damascus north, to north west Palestine, and the Holy Places in al - Ḥijāz in northern Arabia.

About 1262, at the age of 29, al - karakī returned back to his native country of Transjordan to serve the health care of the garrison there faithfully. For almost a decade, he cared for the sick, counselling and carrying on research for medico surgical contributions. At the end of this period, he published his first medical manual entitled, *al - Shāfī fi'l - Ṭibb* (the sufficient

16. *Ibid*, vol. 2, pp. 266 8; Brockelmann, *GAL*, vol. 1, p. 650; and *Supplement*, vol. 1, pp. 898 - 900.
17. Al - kutubi, *fawat*, vol 3, p. 249 - 51.
18. Hitti, *History*, 1961 ed., pp. 487, 655, and 674 - 5.

training under leading tutors and renowned educators . Among them were the following :

1. Al - Shaykh Shams al - Dīn ᶜAbd al - Ḥamīd al Khusrūshāhī , originally of Tabrīz (or exactly in nearby Khusrū, Iran) and who died and was buried in Qasyūn - Damascus on Shaᶜbān 652 A . H . / 1254 . During his lifetime , he had established an excellent and reputable career in philosophy , natural history and jurisprudence [13] .

2. ᶜIzz al - Dīn Muḥammad b . Ḥasan al - Ghanwī al Irbilī (from Irbīl by origin , but born in Nisibīn , 586 A. H . and died in Damascus 660 / 1261) known as al - Ḍarīr (because of sickness in the eye that left him blind) in fiqh and theology . He did also excelled in linguistics , Arabic literature and philosophy [14].

3. Ḥakīm Najm al - Dīn Aḥmad b. Asᶜad (of Mazzah near Damascus) b. Ḥalwan b. al - Minfākh , known as Ibn ' Alimat Dimashq (Bint Dahin al Lawz) . He was born in Damascus in 593 A. H . studied medicine under al Ḥakīm Muhadhdhab al Dakhwār (d. 1231) . Dean of the physicians in Damascus. Ibn al - Minfākh had authored a few books on the healing arts most of them are lost . He had met untimely death (possibly by being poisoned in 652 A. H . / 1254) [15].

4. ᶜIzz al - Dīn Ibrāhīm b . Muḥammad al - Suwaydī (the father originally from al Suwaydā in Ḥawran , Syria) , but the son was born in Damascus (600 A. H./ 1203) . He studied medicine and excelled in its practice privately and in his work at the hospitals in the city until his death in 690 A. H . / 1292 His senior contemporary , Ibn A. Usaybiᶜah had praised him very highly as an able

13. Ibn A . Usaybi ᶜah knew al - Shaykh al Khusrushahi while in Damascus , and praised him as being a brilliant scholar , theologian , and learned philosopher , a student to al Imam Fakhr al Din Khatib al - Rayy (d. 1210) . See I. A. Usaybiᶜah , *ᶜUyun* , vol 2, pp. 173 4 ; Muhd . b. Shakir al Kutubi (d. 764 A. H .) , *Fawat al Wafayat* , ed . I . ᶜAbbas , Beirut , Dar Sadir , 1937 , Vol. 1 , p. 419 , vol . 2 , pp 257 8 ; Ibn Taghri Bardi , *al - Nujum al Zahirah* , Cairo , Dar al Kutub , vol . 7, pp. 32 ; and Taj al - Din al Sabki , *Tabaqat al Shafiᶜiyah* , vol . 5 , Cairo , al Husayniyah Press , 1324 A. H. p . 60 .

14. al Kutubi , *Fawat* , 1973 , vol . 1, pp. 362 5 ; S. Hamarneh , *Ibn al Quff al karakī's al - Jamiᶜ on the Preservation of Health* , Amman , The University of Jordan , 1989 , p . 27 ; and *Ibn al - Quff* , Cairo , 1974 , pp. 54 - 69 .

15. I. A. Usaybiᶜah *ᶜUyun* , vol . 2, pp . 265 - 6 .

mind, I. A.Uṣaybiᶜah immediately responded favorably.

Abū'l Faraj thus began to dedicate himself to the study and learning of the healing arts. He followed a reasonable methodological curriculum, by receiving systematic instructions based on leading medical texts. These include investigations of the Hippocratic writings, known since the B. C. 5th century on;[10] the compilations and the translations by Abū Zayd Ḥunayn b. Isḥāq al-ᶜibādī (809 - 73);[11] and the works of Abū Bakr Muḥammad b. Zakarīyā al Rāzī (Latin Rhazes, 865 - 925)[12].

Through the teaching processes, I. A. Uṣaybiᶜah instructed his teachable and hard working student, how to understand the generalities, peculiarities and the diversified aspects of the medical rules and regulations. Also how to identify terminologies and its related basic laws. He further trained him in the skills concerning prognoses, diagnoses and the treatment of the various diseases He likewise informed him how to appreciate and recognize the origins and the branches of the art and to solve its mysteries.

As a result of administrative, changes, the father Yaᶜqūb (al - Karakī) in view of his duteous job, he was transferred to a higher position at the Syrian capital. Therefore all the family once more moved to Damascus. Abū'l - Faraj immediately enrolled for study in pursuing his calling for learning and medical

9. *Ibid*., Ismaᶜil al Baghdadi, *Hadiyyat al -ᶜArifin*, Istanbul, Turkey, Othmaniyah Maᶜarif, 1953, vol. 2 pp. 545 6; and S. Hamarneh, *Index of Arabic Mss. Zahiriyah Library*, Damascus syria, Arab Academy, 1969, pp 195 8, and 325 9; *Catalog of Mss. at the British Library Cairo, 1975, pp. 183 93*.; Usamah ᶜAnouti, "Ibn Abi Usaybiᶜah", *Social Scic Journal* (Arabic), Beirut, vol. 2, 1975, pp. 7 24; and Abu'l -ᶜAbbas Shams al Din Ahmad ibn Khallikan, *Wafayat al Aᶜyan*, ed. by I. ᶜAbbas vol. 3, Beirut, Dar Sadir, 1970, pp. 494 6, vol. 7, pp. 192 - 3, and 200.

10. Sarton *Introduction*, vol. I, pp. 96 102; Fuad Sezgin, *Gesch. d. Arab. Schrifttums*, vol. 3, Brill, Leiden, 1970, pp. 23 39; G. E. R. Lloyd et. al.., *Hippocratic Writings*, London, Penguin Classics, 1983, pp. 8 - 60.

11. Abu'l Faraj Muhd. b. Ishaq ibn al - Nadim, *Al Fihrist*, Beirut ed, Dar al Maᶜrifah, 1978, pp. 409 - 10; S. Hamarneh, " Vistas of Arabic Healing Arts in Theory and Practice ", *Hamdard Medicus*, vol. 32, no. 3. 1989, pp. 35 9; and Max Mayerhof, *Ten Treatises by Hunayn b. Ishaq*, Cairo, Government Press, 1928, Introduction.

12. Sulayman ibn Juljul (d. ca. 995), *Tabiqat ul - Attiba'*; ed. by F. Sayyid, Cairo, IFAO, 1955, pp. 77 9; Jamal al Din ᶜAli b. Yusuf al Qifti (1173 1248), Leipzig ed., 1903, pp. 271 7; Sezgin, *GAS*, 3, pp. 274 89; and Hamarneh, *Arabic Medicine*, Yarmouk University, 1986, pp. 189 - 226.

commerce , and military gallantry in the entire region , particularly in Egypt, and Bilād al - Shām (Greater Syria) . It was followed by the Mamlūk rule (the Baḥrī Mamlūks 1252 - 1390) [7].

Concerning medicine and the allied health sciences al - Karakī stands as the brightest star from Transjordan who shone there in these fields up to the commencement of the 20th century . Nonetheless , his outstanding literary contributions had not been fully recognized among his kinsmen and in his own native country up to our time . Only recently has there been some attempts made to commemorate his remarkable achievements , by remembering him in a small measure marking the 700th anniversary of his untimely death by the age of 53 [8].

The first concise yet reliable biography of Ibn al - Quff al - Karakī was that dictated by his able teacher and renowned medical historian , Muwaffaq al-Dīn Abū'l - ᶜAbbās Aḥmad ibn Abī Uṣaybiᶜah (Ca . 1197 1270) . In his *ᶜUyūn al - Anbā')* completed by him and an anonymous student), he remarked that Abu'l Faraj ibn al - Quff was the son of the shaykh (the savant - statesman) Muwaffaq al - Dīn Yaᶜqūb b. Isḥāq (al - Karakī) . The father took special attention and care for the bringing up of his son , during his early childhood and primary schooling as compassionately and lovingly as possible , especially when he saw his great interest and talent in learning and pursuing knowledge .

However , in late 1243 , his father was transferred to Syria , so that the entire family moved from al Karak to Sarkhad (known also as Salkhad the province capital of the Ḥawran district in southeastern Syria) . Being highly qualified and competent civil servant the father was appointed as court's scribe and chief recorder in the Dīwān al - Birr (a bureau or board of correspondence , a chancery office) which handled all the official letters , documents , diplomas and state mandates .

At that time Aḥmad ibn Abū Uṣaybi'ᶜah was the court physician and medical adviser to the Governor (Sahib Sarkhad) . The dedicated physician historian and the scribe recorder met together and a genuine friendship developed between the two . Consequently by reason of being appointed together in the same court , the father asked the physician I . A. Uṣaybiᶜah if he would be kind enough to become a tutor to his son Abū'l Faraj . Considering how the boy seemed to be of great intelligence and with bright

7 . *Ibid* , pp . 659 - 61 and 671 - 94 .

8 . Hamarneh , *Ibn al Quff* , pp. 54 - 5 and 74 8 ; and I . A. Uṣaybiᶜah , *ᶜUyun* .. vol . 2, pp. 273 - 4 .

also from al Andalus [3]. Then on general surgery, we wish to mention the medical encyclopedia, *al - Kāfī*, by the brilliant physician / surgeon, Abū Naṣr ʿAdnān ibn al ʿAyn Zarbī (d. in Cairo, 548 A. H. / 1153) [4].

However, the true successor of al - Zahrāwī and the other leading medico- surgical figures of the time was the physician therapist, and eminent surgeon, Amīn al Dawlah Abū'l - Faraj Ibn al Quff. He was born on Saturday, the 13th of Dhu'l - Qiʿdah 630 A.H. / 22nd August 1233, in the city of al Karak where he was also reared, and hence became known as al Karakī. His ancient native city which had been newly rebuilt with its magnificent citadel in 1142 by King Baldwin III (one of the Crusader Monarchs) began to play an important economic, intellectual, and political role [5].

In 1187, Jerusalem was recaptured by the Muslims under the command of the Ayyubid Sulṭān, Salāḥ al - Dīn (Saladin, reigned 1171 93). Less than one year later in 1188, al - Karak was likewise liberated, and soon rose to prominence as the capital of the whole province of Transjordan and the most important center between Damascus, in the north, and Makkah al Mukarramah, in the south [6]. In this paper an attempt will be made to present a short biography of al Karakī's life, times, and his most celebrated manual on surgery, *al ʿUmdah*, with concise annotations of it's contents, as well as a commentary.

Ibn al Quff al - Karakī's Biodata.

The Ayyūbid's short lived Dynasty (1171 1252) was considered one of the most illustrious kingdoms during this Islamic medieval period. It excelled in many great feats and endeavors: advanced progressive culture, expanding

3. Leclerc, *Histoire*, vol. 1, pp. 498, 533; and Sami Hamarneh, *History of Arabic Medicine*, Yarmouk University, Jordan 1986, pp. 284 5, and 355 6; and "Health Sciences in al - Andalus", *Studies in History of Medicine and Science*, vol. 12, 1993, p. 11.
4. Sami Hamarneh, *Catalogue of Arabic Mss. at the British Library*, Cairo, Univ. d'Egypte, 1975, pp. 129 31; *al Zahiriyah Library*, Damascus, 1969, pp. 454 8; *History of Arabic Medicine*, Yarmouk University, 1986, pp. 306 17; *The Proceedings of the International Conference On The History Of Arabic Science*, The University of Aleppo, IHAS, 1977, pp. 641 75; and " Al - Zahrawi's *Al Tasrif*, Commemorating its Millinery Appearance ", *Hamdard Medicus*, vol. 33, no. 2 1990, pp. 19 - 37.
5. Sarton, *Introduction*, vol. 2: 1098 9; Leclerc, *Histoire*, vol. 2: 203 4; and Sami Hamarneh, *The Physician, Therapist And Surgeon Ibn al Quff*, Cairo, The Atlas Press, 1974, pp 125, 53 - 7.
6. *Ibid.*; and Philip K Hitti. *History of the Arabs*, 7th edition, London, Macmillan, 1961, pp. 641 - 50.

Ibn al - Quff al - Karaki And His al - ᶜUmdah On Surgery (Completed 680 A.H . / 1281)

Sami K . Hamarneh *

INTRODUCTION

The first and most illustrious surgeon during the Arab Islamic Golden Age was Abū'l - Qāsim Khalaf Ibn ᶜAbbās al Zahrāwī (Latin Abulcasis or Albucasis . ca . 328 - 404 A. H. / 939 - 1013) . He resided and died in the city of al Zahra' the royal Andalusian capital . His reputation rested on his medical encyclopedia entitled , *al - Taṣrīf Liman ᶜAjiza ᶜan al Ta'līf* (completed about 391 A. H. / 1000) . It was composed of thirty treatises , large and small . The last one was devoted to surgical manipulations and medical technology (al - ᶜamal bi'l - yad) depicting over 150 illustrations for accurate surgical description and instructional purposes [1].

This comprehensive treatise had been translated into Latin by Gerard of Cremona (d. 1187) . With the circulation of this Latin version from Spain and Italy to France , it inspired many surgeons of the 13th century causing a revival of surgical practice and skill to a degree that had never been attained before throughout Western Europe [2] .

In Islam , on the other hand there were important surgical activities in ophthalmology . Among the oculists , we can name three : ᶜAlī b . ᶜIsā al - kaḥḥāl of Baghdad in his *al Tadhkirah* , about 1010 , shortly after the publication of al - Zahrāwī's *al - Taṣrīf* ; ᶜAmmār al Mawṣilī in Cairo , under the patronage of the Fātimid Caliph , al Ḥākim (d . 411 A.H. / 1021) ; in relation to his book *al - Muntakhab* , on the eye , it's diseases and its treatment ; and Muḥammad b . Qassūm al - Ghāfiqī's *al -Murshid,* of the 12 th century ,

* International Institute of Thought and Civilization (ISTAC) Kuala Lumpur , Malaysia .

1 . Carl Brockelmann , *Geschichte der Arabischen Literatur* , vol . 1 , Leiden , E. J . Brill , 1943 , pp . 276 7 , *Supplement* , 1: 425 ; and George Sarton , *Introduction to the History of Science*, R. E. Krieger , edition , N . Y . , 1975 , pp . 681 - 2 .

2 . Lucien Leclerc , *Histoire de la Medecine Arabe* , vol 1, Rabat edition 1980 , pp . 37 - 57 ; Sami Hamarneh and G . Sonnedecker , *A Pharmaceutical View of Abulcasis al Zahrawi* , Leiden , E. J . Brill , 1963 , pp . 14 - 33 ; and M. S Spink and G. L. Lewis , *Albucasis on Surgery and Instruments* , University of California , 1973 , Introduction vii - xii .

J. H. A. S. 1995 - 96 - 97 : Vol 11 : PP . 75 - 88 .

A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts
by Ibn al-Razzâz al-Jazarî
edited by. Ahmad Y. al-Hassan
with the collaboration of
Imad Ghanem, Malik Malluhi, Mustafa Ta'muri



Aleppo, IHAS, (1979).
676 pp. 31 × 28 cm. 208 figs. 16 color plates, paper bound.

A full introduction (Arabic and English), indices and glossaries that define all technical terms, with the entire Arabic text collated from the most reliable of the known manuscripts (those from Istanbul and Oxford).

This book, lavishly produced is one of the most valuable sources in the world for the study of the History of Medieval Technology.

G. Sarton's verdict is: « This treatise is the most elaborate of its kind and may be considered the climax of this line of Muslim achievement. »

D. Hill wrote: « Until modern times there is no other document from any cultural area, that provides a comparable wealth of instructions for the design, manufacture and assembly of machines ... ».

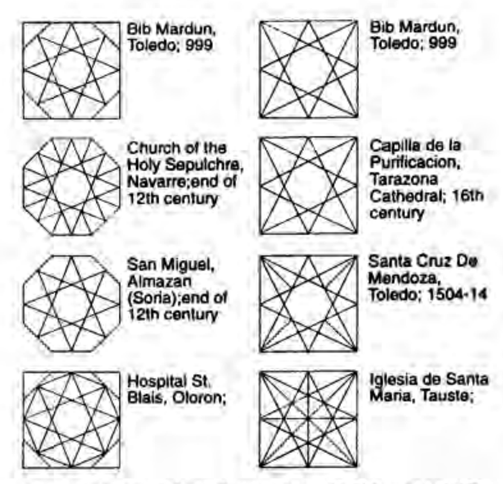
Engineer al Jazarî lived in Amid, capital of Dyar Bakr, in al-Jazira. He finished his book in 602H/1206 A.D., in the reign of the Artuqid dynasty.

Price: US $ 48.00 (postage expenses are not included).

	North Africa	Muslim Spain	Christian Spain	Europe
10th Century				
11th Century				
12th Century				
13th Century				
14th Century				
15th Century				
16th Century				
17th&18th Centuries				

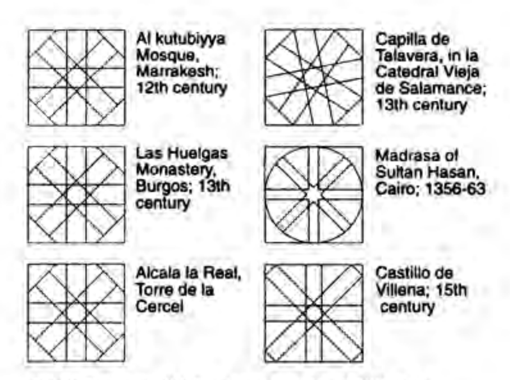
Star ribbed domes general development, including 8-pointed, 12-pointed, and 16-pointed star designs.

Fig. 14



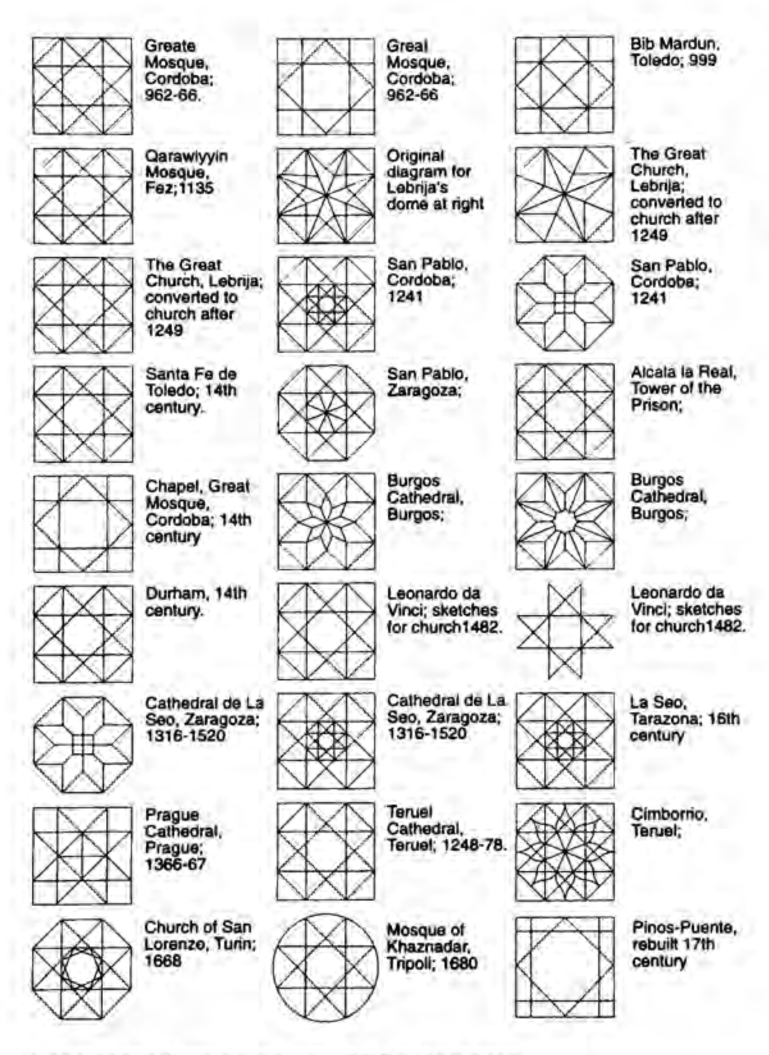
8-pointed star ribbed domes, type (8/3)3 rotated 45° to square base, and variations

Fig. 12 Geometry of Ribbed Domes



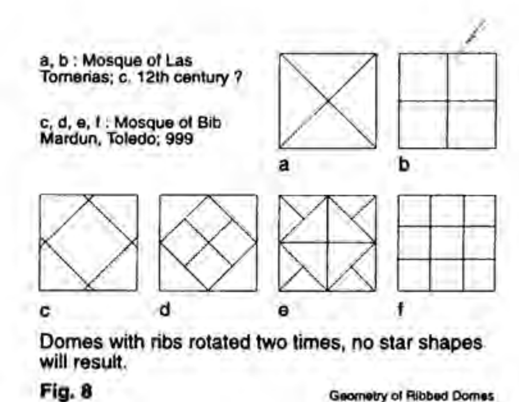
8-pointed star ribbed domes, type (8/3)3 with extended ribs

Fig. 13 Geometry of Ribbed Domes



8-pointed star ribbed domes, type (8/3)3 and variations

Fig. 11



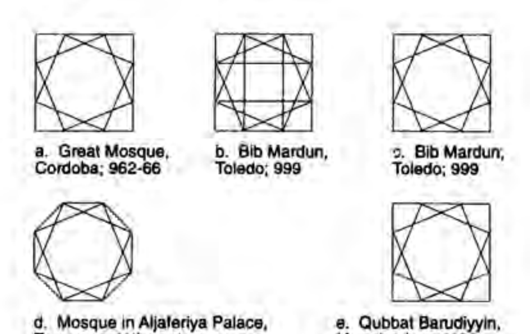
Domes with ribs rotated two times, no star shapes will result.

Fig. 8



Dome with ribs rotated three times, a 6-pointed star is created, but the general shape is a rectangle rather than a square.

Fig. 9



8-pointed star ribbed domes, type (8/2)2

Fig. 10

Geometry of Ribbed Domes

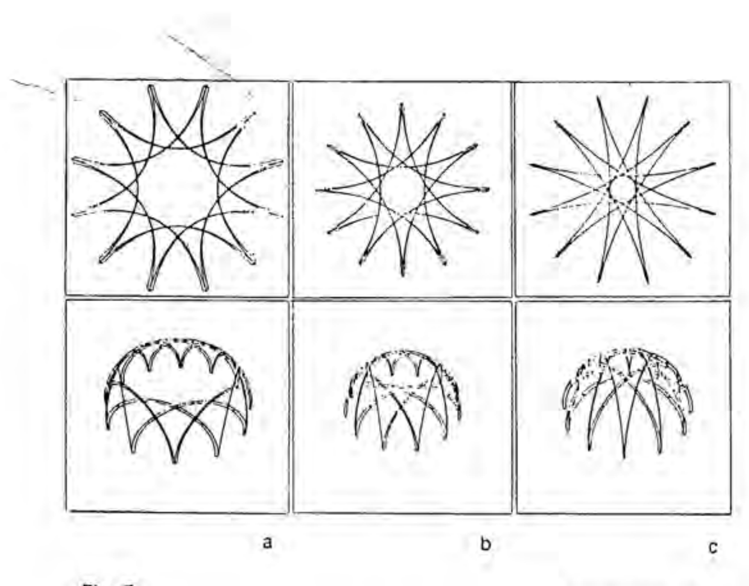


Fig. 7

Geomotry of Ribbed Domes

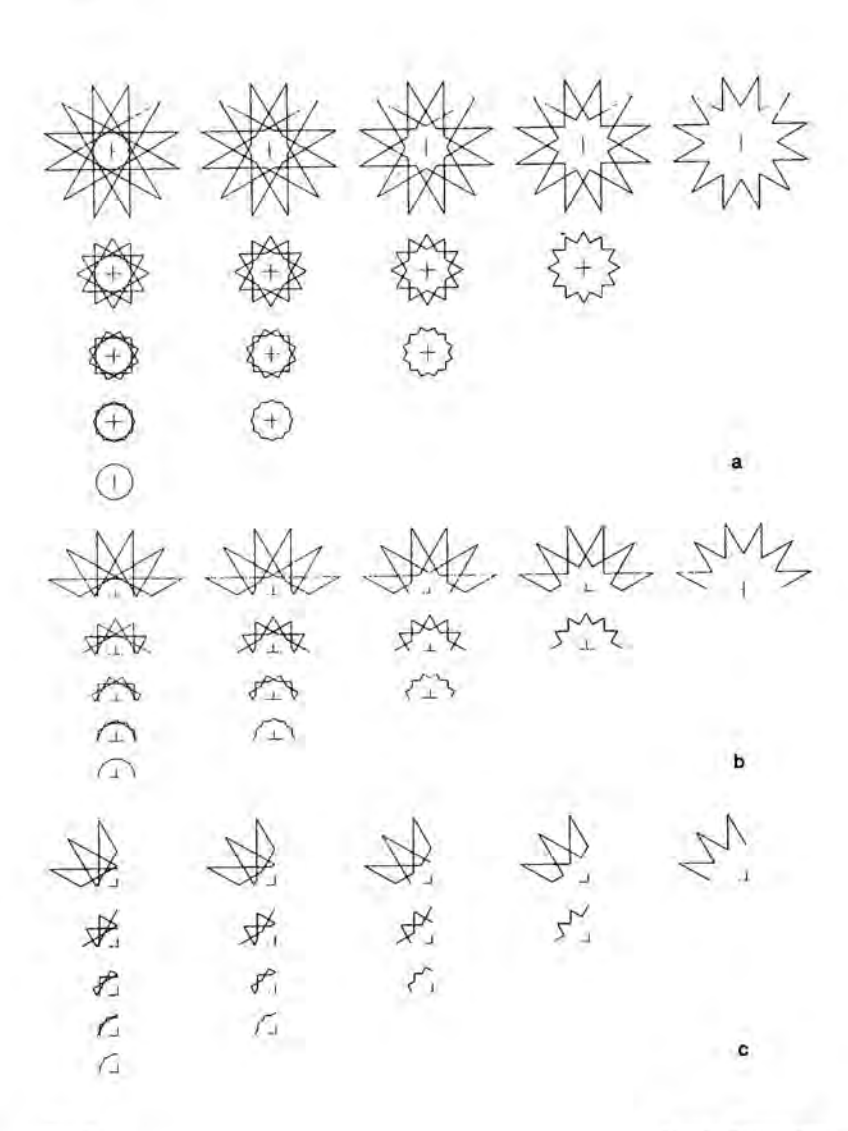


Fig. 6

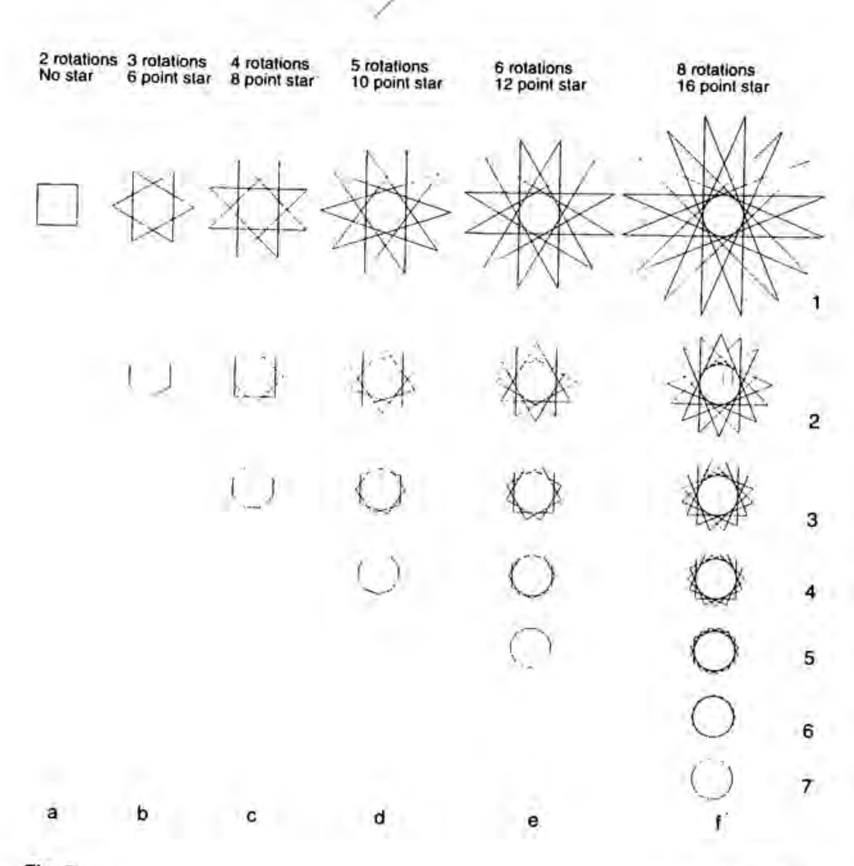

2 rotations
No star
3 rotations
6 point star
4 rotations
8 point star
5 rotations
10 point star
6 rotations
12 point star
8 rotations
16 point star
1
2
3
4
5
6
7
a
b
c
d
e
f

Fig. 5

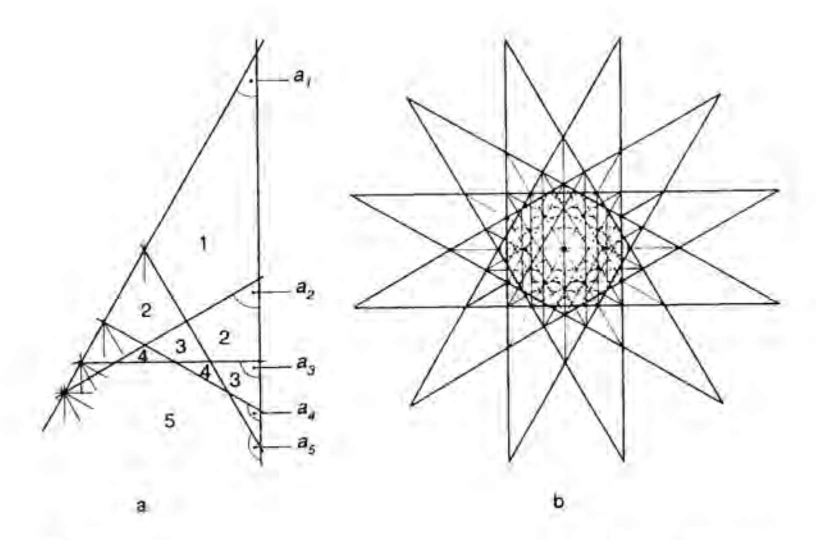


Fig. 4

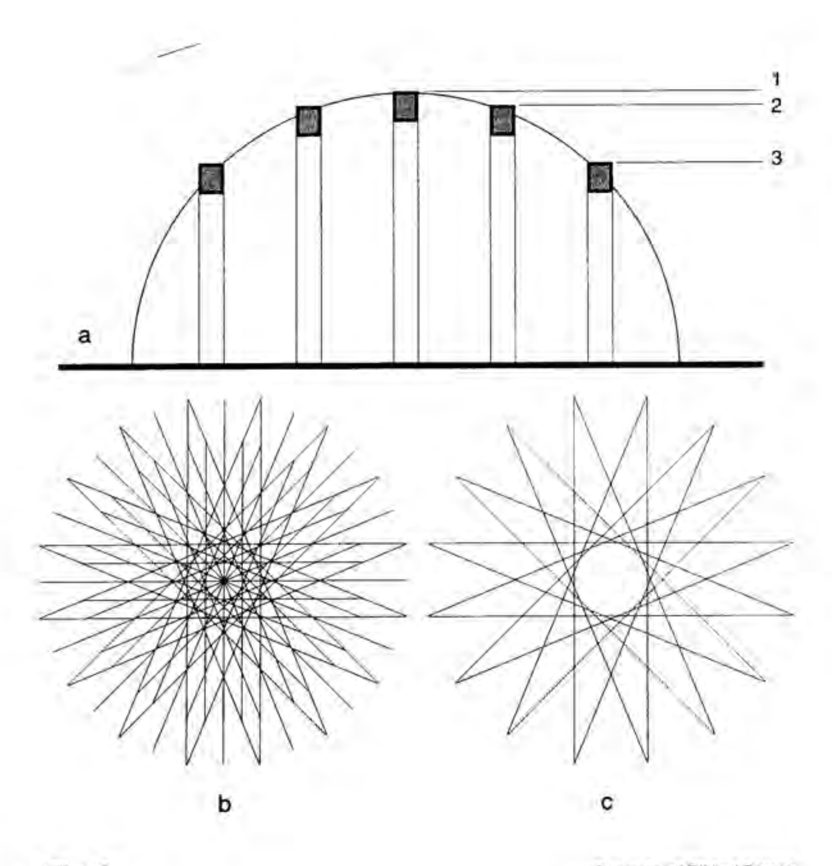


Fig. 3 Geometry of Ribbed Domes

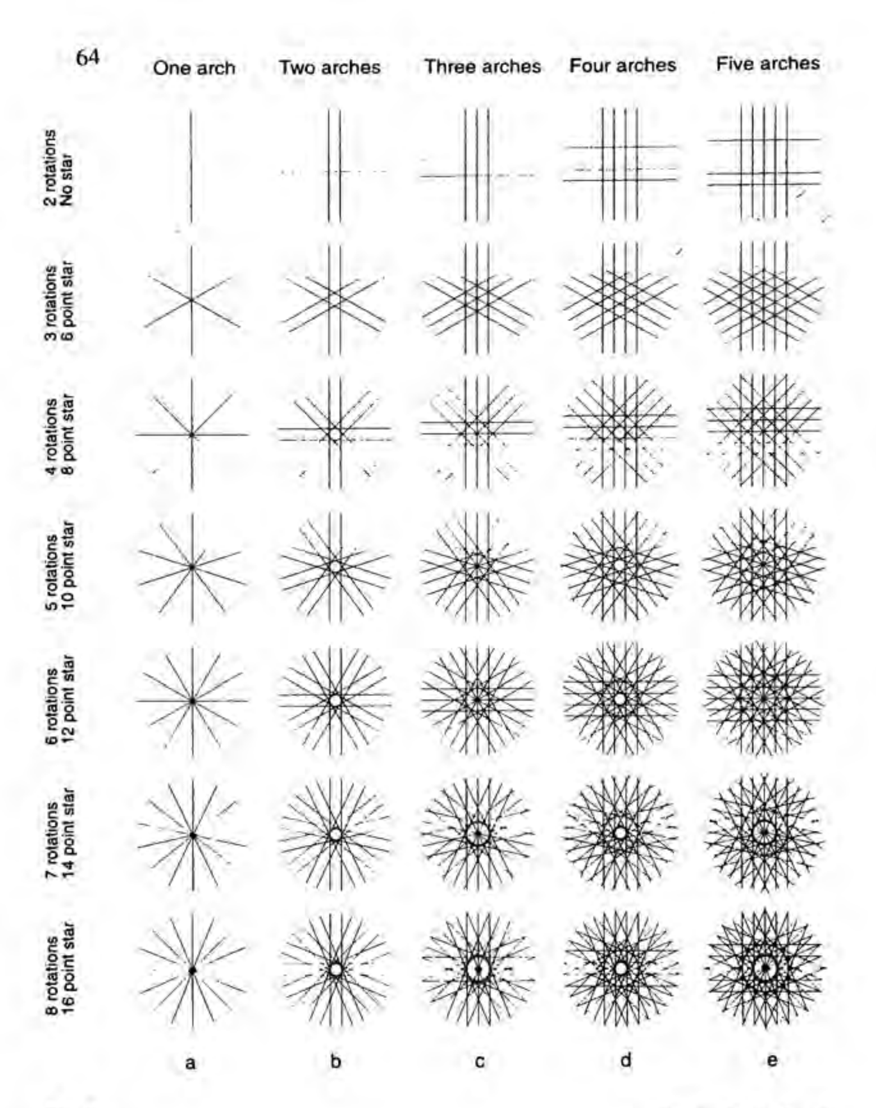

One arch
Two arches
Three arches
Four arches
Five arches
2 rotations
No star
3 rotations
6 point star
4 rotations
8 point star
5 rotations
10 point star
6 rotations
12 point star
7 rotations
14 point star
8 rotations
16 point star
a
b
c
d
e

Fig. 2

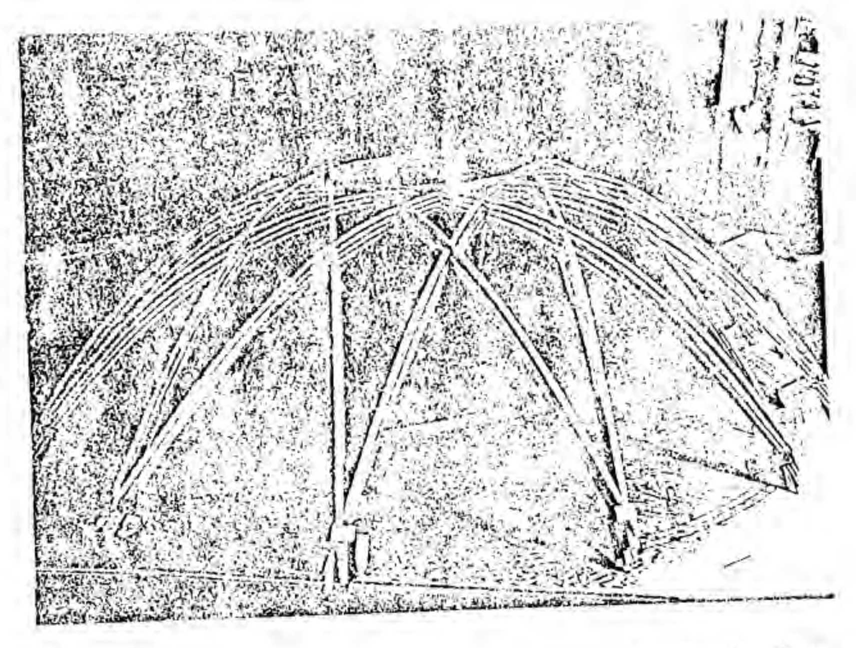


Fig. 1

Geometry of Ribbed Domes

I feel that Paul Frankl's statement about the Gothic style is a most appropriate end for this discussion about ribbed domes , that brilliant innovation of the Moorish style , and thus I present it here after changing the word Gothic with the word Moorish , to describe the Arab - Islamic culture which flourished in Spain :

" Modern Men do not have the desire to be romantic nor should they have - and yet sometimes they are . Certainly they must cherish a spark of Romanticism to understand Moorish culture with their hearts and to love it .

The Moorish survival has always been romantic , and ultimately it shows how romantic the Moorish style itself was - how it expressed a yearning for a better and purer world lying beyond the bounds of reality , how it was an imaginative adventure . To steep oneself in the Moorish style is to look into a magic mirror which reflects , not the humanity of today , but people from a far distant past who are strangers and yet are familiar to us , as though the spirit of their age could once again grow within our souls . It enriches us and lifts us far above ourselves , and , though we [may] no longer wish to build in the Moorish way , we have now reached a sufficient historical distance from the Moorish style to honor it and admire it as a monument to the generations of a suffering , striving, and blessed age [36]".

36. Frankl , Paul (1962) : *Gothic Architecture* , Baltimore , Maryland . p . 216 .

in Toledo (A.D.1504 -1514) [28], La Seo Cathedral in Tarazona[29] and Capilla de la Purificacion in Tarazona's cathedral [30]; La Seo Cathedral in Zaragoza (A. D . 1316 1520) [31] ; Teruel Cathedral [32]and the Cimborrio in Teruel [33] ; and Castillo de Villena [34]. And finally from the 17th century , the Church of San Lorenzo in Turin (A. D . 1668) [35] .

During this period if time , star ribbed domes were also built in North Africa , but most of them had more rotations than the eight pointed stars we are dealing with here (fig . 13) .

Conclusion

The previous review showed a part of the development story of a unique element of the Arab Islamic culture in Spain . The continuation of this Islamic tradition in Christian Spain proves that the contribution of the Arabs to the culture of Spain , and indeed to that of the West , is a lasting one .

The continuation of Arab Muslim architectural traditions and aesthetics in Mudjar architecture is widely acknowledged . This survey shows that the use of ribbed domes was more prevalent than previously believed , especially in Spain between the 13th and 16th centuries , a period when Spain was actively trying to convert its Arab Islamic heritage into a European Christian one . Further inquiry into this area of the history of Mediaeval architecture will most certainly reveal more examples and influences of ribbed domes , particularly in the Gothic architecture of Spain , and to a lesser extent in the Gothic architecture of Europe .

28. Byne , Arthur and Mildred Stapley (1917) : *Spanish Architecture of The Sixteenth Century*. New York p 13 See also Azcárate , José m de (1954) : Monumentos Españoles , Madrid . Vol III , 245 .
29. Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed . (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón* , Zaragoza . Fig . 198 .
30. Balbas Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol I , p . 202 .
31. Azcárate , José m . de (1954) : *Monumentos Españoles* , Madrid . Vol . III , p . 423.
32. Azcárate , José m . de (1954): *Monumentos Españoles* , Madrid . Vol . III, p . 178 . See also Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón* , Zaragoza . Fig . 98 .
33. Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed . (1986) : *La Cultura islámica en Aragón* , Zaragoza . Fig . 103 .
34. Balbas , Leopoldo Torres (1981) : *Obra* Dispersa *I Al - Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol . I , p . 199 .
35. Mainstone , Rowland J . (1975) : *Developments in Structural Form* London p . 220 .

becomes a small element in the composition , and the parallel ribs become more dominant (fig . 12) . In the Church at Lebrija we find another transformation of the basic star dome , type (8 / 3) , where portions of the intersecting ribs are removed , and central ribs are introduced . These new ribs itersect in the center of the dome , and reflect the influence of Gothic architecture .

It is most likely that many buildings with similar ribbed domes were built in the Muslim territories of Spain during this period , although non is known to survive today . The Tower of the Prison (Torre de la Cercel) in Alcala la Real has two star ribbed domes , and was probably built around this time [19].

From the fourteenth century we have Santa Fe de Toledo , Capilla de Belen [20]; San Bablo in Zaragoza [21]; and the Chapel in the Great Mosque in Cordoba [22], all in Spain . The kitchen copula in Durham Cathedral in England [23], and Prague Cathedral in Prague [24].

In the Madrasa of Sultan Hasan in Cairo (A. D . 1356 - 1363) , a star with extended ribs is used , but here no three dimensional ribs are present , rather the pattern is achieved using inlaid tile [25]. This is one of many occasions where the visual appearance of the star ribbed domes is imitated using different media or building materials .

The Cathedral of Burgos is the most notable example of the influence of star ribbed domes on Gothic architecture in the fifteenth century [26]. Also at this time Leonardo de Vinci sketched several designs for church buildings based on star ribbed domes [27] .

The sixteenth century is another period from which we have many star ribbed domes surviving . These include the Hospital of Santa Cruz de Mendoza

19. Maldonado , Basilio Pavon (1985) : Arte , Simbolo Y Emblemas En La España Musulmana , in *Al - Qantara* , Revista De Estudios Árabes , Vol . VI , figs . 3 and 4 .
20. Balbas , Leopoldo Torres (1981): *Obra Dispersa I Al Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol . 1 , p . 201 .
21. Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón , Zaragoza.* Fig . 87 .
22. Gluck , Heinrich (1934) : *Art Del Islam* , Barcelona . p . 568 .
23. Balbas , Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol . I , p . 199 .
24. Frankl , Paul (1962) : *Gothic Architecture* , Baltimore , Maryland . Pl . 113 A .
25. Papadopoulo , Alexandre (1976) : *Islam and Muslim Art* , New York . p . 410 .
26. Sitwell , Sacheverell (1969) : *Gothic Europe* , New York .
27. Balbas , Leopoldo Torres (1952) : *Leonardo de Vinci Y las bovedas hispanomusulmanas* , in *Al - Andalus* , Vol . XXII, pl . IX p . 438 .

copula of the maqsurah of the Great Mosque of Cordoba [10].

The influence of the star ribbed domes on Romanesque , and eventually Gothic architecture in Spain is evident in the Monastery of Armentera (fig . 8) [11] , and more clearly in the Church of the Holy Sepulchre in Navare (end of 12th century) [12] , where a replica of the central copula of *Bib Mardun* is reinforced with additional ribs springing from the intersection points of the original arches and going back to the corners of the octagonal base (fig . 11).

several ribbed domes survive from the thirteenth century , almost all of which come from Christian buildings despite the fact that Christian Spain was at this time looking towards Europe for intellectual inspiration and military support . In San Pablo (A. D . 1241) [13] in Cordoba a new development occurs by superimposing an eight pointed star dome over the central opening of another similar star dome , thus eliminating the need for a different type of vaulting (fig . 10) . Another innovation in the same building is the elimination of the interior intersecting ribs of another dome , and replacing them with ribs that spring from the intersection points towards the top of the dome , and terminating at a small square of ribs . This treatment is to be copied in many Christian buildings , with minor modifications in the shape of the small square at the top of the dome .

Other buildings from the thirteenth century include the Hospital of St. Blais in Oloron [14], Church of San Miguel in Almazan [15] ; Las Huelgas Monastery in Burgos [16] ; Salamanca Cathedral in Salamanca [17]; and a Mosque in Lebrija [18] , which was converted into a church after A . D . 1249 . All these buildings have siar ribbed domes in the Cordoban tradition . In Salamanca and Las Huelgas we find the first star domes with extended ribs, where the star

10 . Terrasse , Henry (1961) : Art almoravide et art almohade , in *Al - Andalus* , Vol . XXVI , pl . IX p . 445

11. Balbas , Leopoldo Torres (1956) : Una Fase De Austeridad Artistica En El Cristianismo Y En El Islam Occidental , in *Al - Andalus* , Vol . XXI , p . 388 .

12. Burckhardt , Titus (1972) : *Moorish Culture in Spain* . New York . pl . 6 .

13. Azcárate José m . de (1954) : *Monumentos Españoles* , Madrid . Vol . I , p . 357 .

14. Jairazbhoy , R . A . (1972) : *An Outline of Islamic Architecture* , New York . Pl . 57.

15. Azcárate , José m . de (1954) : *Monumentos Españoles , Madrid* . Vol . III , p . 133 . See also Bevan (1939) p . 105 .

16. Balbas , Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus . Cronica De La España Musulmana* , Madrid . vol . 2, p . 223 . See also Jairazbhoy (1972) pl . 45 .

17. Balbas , Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol . 1 , pp . 199 - 203 and pp . 362 , 363 .

18. Azcárate , José m . de (1954) : *Monumentos Españoles* , Madrid . Vol . III , P. 111.

which evolved in still later dates . Both these types of domes will be presented in the last figure in this paper (fig . 13) which shows a comprehensive picture of the development of ribbed domes by region from their first appearance in the 10 th century through the 17 th century A . D .

3 . 1 Eight - Pointed star Domes

The earliest surviving ribbed domes are those above the *maqsurah* in the Great Mosque of Cordoba , built by Al - Hakam II in his extension (A. D . 961 - 966) , and considered the crowning glory of the mosque . Two types of 8 - pointed star ribbed domes were introduced (8 / 2) 2 and (8 / 3) 3 . The ribbed dome over what is called the Chapel of Villaviciosa is of a different type (figs . 9 and 10) . and is most likely built at a later date [6] . The next examples come from a small but most innovative structure in Toledo , the Mosque of Bib Mardun (A . D . 999) , where nine different ribbed domes were used to cover bays less than two meters each , compared with about five meters for the domes in Cordoba . Five of the domes of Bib Mardun are star domes (figs . 9 and 10), while the remaining four have ribs which rotate only two times , and produce no star motif (fig . 8) [7] .

These two buildings provided a model which will be imitated over and over again for centuries to come . They also opened the door for an endless array of variations , modifications , and more elaborate developments .

Although it is most likely that imitations would start immediately after the completion of Cordoba's domes , due to the city's position as the brightest intellectual center of the time , we have no surviving examples for the next one hundred and fifty years , except for the dome of the mosque in Aljaferia Palace on the outskirts of Zaragoza , built for Ibn Jafar Al Muqtadir (reigned A . D . 1049 1081) [8] .

The star ribbed domes moved to North Africa . and appear in Qubbat Barudiyyin in Marrakesh (c . A . D . 1120) [9] , where the intersecting ribs are multifoil rather than simple circular arches as in the central copula in the maqsurah of the Great Mosque in Cordoba , and is richly decorated with carved stucco infill patterns containing vegetal and shell motifs (fig . 9) . In Fez , where Muslims from Spain settled as early as A. D . 817 , The Qarawiyyin Mosque (A . D . 1135) contained a star ribbed dome similar to that of the side

6 . Bevan , Bernard (1939) : *History of Spanish Architecture* . New York . p . 30 .

7 . For a measured plan and section drawing of this mosque see Bevan , Bernard (1939) : *History of Spanish Architecture* , p . 31 .

8 . Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón* , Zaragoza . Fig. 65

9 . Balbas , Leopoldo Torres : *La Qubba Barudiyyin à Marrakus* , in Al Andalus , *Revista De Las Escuelas De Estudios Árabes De Madrid Y Granada* . Madrid . Vol . XXII . Also see Vol . XVII. 2 . Plate 31 .

a dominant role of enclosing the space (fig . 7 c) , to a subordinate role of defining the perimeter of the space (fig . 7 a) .

Bringing the two arches of a rotating pair closer together will cause the ribs to extend beyond the star shape . As the star becomes smaller in proportion to the total size of the dome , its effect changes from a dominant role of defining the space through dividing it according to the shape of its cells, into a subordinate role of radiating the ribs , which in turn define the space . The star character is reversed from division to unity , and from dynamism to serenity (compare fig . 2 b with fig . 5 . 1) .

The open center of the dome should not stay open of course , and must be covered to enclose the space within . This can be achieved by placing another ribbed dome on top of the first , or by utilizing a different method of vaulting , *muqarnas* domes as a favorite among Muslim builders .

One does not have to use the whole dome always . Half domes can be used to cover portals, as practiced in Iran and the eastern Islamic world ; or to cover *mihrab* niches as practiced in North Africa since the 17th century [5], and possibly earlier (fig . 6 b) . Smaller sections of the ribbed dome can be used to cover a variety of spatial configurations (fig . 6c) . This treatment however , is used extensively in the eastern part of the Muslim world , but not in Spain and North Africa , consequently it is outside the scope of this paper .

3 . Survey of Ribbed Domes

The physical qualities of ribs can be analyzed in terms of their visual attributes , spatial attributes , and mechanical or structural attributes . Although all three are equally important for complete understanding of the development of an architectural feature , we will be dealing in this paper with first two attributes only .

The visual attributes are those qualities that have to do with our visual perception of the ribs , such as their shape , color , texture , proportions , the patterns that result when looking at them from a certain point of view , and so on . The spatial attributes are those qualities that have to do with our perception of the ribs in relation to the architectural space around them , such as their relationship to other elements in the building , their effects on the quality of the space , experiencing them in three or four - dimensional space , and so on .

The following survey presents the known eight - pointed star ribbed domes in Spain and North Africa , in a chronological order . Star ribbed domes with twelve and sixteen vertices form a later development to the eight vertices star domes , but they will not be discussed in this paper . Also will not be covered here are the domes where the ribs develop into an elaborate pattern

5 . Ballush , Ali Masud el (1984) : *A History of Libyan Mosque Architecture During the Ottoman and Karamanli Period : 1551 1911* Tripoli , figs . 41 , 42 .

2 . 2 Basic Types of Ribbed Domes

The rotation of a pair of arches 90 ° produces a square shape . This is static form unless placed on the diagonal of a square base . The intersections between the ribs of this type do not result in star shapes (fig . 5 a) . Several compositions of this type were first introduced in the Mosque of Bib Mardun in Toledo .

Three rotations produce a hexagonal star or polygon . This is the minimum number of rotations to produce a star motif . We have no surviving examples of this type .

The famous ribbed domes of the Great Mosque of Cordoba contain octagonal stars, created by rotating a pair of arches four times . This type of ribbed dome stars is the most popular of all , and justifiably so , because of its simple and pleasing proportions , its dynamic qualities , and its balanced relationship to the square and the circle in the same time (fig . 5 c) .

Other popular domes are the 12 pointed and 16 - pointed stars , both can be divided by the digit 4 , and relate well to squares which form the structure supporting the dome usually . More recent examples , especially from Morocco , utilize more rotations in ribbed domes , such as 24 , 32 , 48 , and even 64 - pointed stars [4].

By analyzing the historical examples of ribbed domes it is found that the most popular types share two characteristics : the number of the star points is a multiple of the digit 4 , and the angle of rotation is a simple number . Both of these characteristics stem from practical and aesthetic considerations in the same time , namely the ability to relate to square rooms , and to layout the design with precision and accuracy . Three stars produced by rotations which satisfy these two requirements were curiously not used in the area under consideration these are the 20 , 36 , and 40 point stars .

2 . 3 Variations of the Basic Types

Once a star shape is created , it is possible to obtain many variations by omitting a layer , or layers , of cells on the outside or the inside of the star . Omitting the inside cells changes the central polygon into a star shape , and makes the open center larger as more cell layers are omitted (top row in fig . 6a) . This is often done in domes with a large number of rotations , because the cells closest to the center become very small , and their shapes mixed each other due to the thickness of the material used to construct the rib .

Omitting the outside cells have the same effect as widening the distance between the pair of rotating arches , and makes the open central polygon substantially larger in proportion to the arches or total size of the dome (left column in fig . 6a) , consequently changing the spatial effect of the ribs from

4 . Paccar , Andre (1981) : *Traditional Crafts in Morocco* , France . pp . 353 , 360 , 338 , and 421 .

Consequently , the majority of the ribbed domes constructed by Muslims utilized a pair of rotating arches , no less and no more . This limitation , while excluding a large number of possible forms , still allowed for an admirable range of variations and innovations in form , and produced one of the most beautiful of Islamic architectural and decorative treatments .

2 . 1 . Mathematical Properties

Depending on the distance between the arches in a pair , the rotation creates polygonal or star shapes , which are divided into a number of cells . These cells are uniform in shape around the circumference , and become smaller in size starting from the outside and progressing towards the center .

The number of star vertices is obviously twice the number of rotations of a pair of arches : $n = 2r$

Where n is the number of star vertices , and r is a whole number of rotations required until the last pair is superimposed over the first , and ranges from 3 to almost 50 . The exterior angle (the angle farthest away from the star center) of each of the kite shaped cells corresponds to the number of rotations that created the star . The outermost angle is equal to the angle of rotation , and is given by this equation :

$$a_1 = 360^\circ / 2r$$

where a_1 is the angle , and r is the number of rotations as defined in the preceding equation (fig . 4) .

The exterior angle for subsequent cells is given by this equation :

$$a_x = x\, a_1$$

where a_x is the angle , x is the cell sequence number from outside towards inside , where the outermost cell number is 1 ; a_1 is the angle of rotation obtained by the preceding equation .

The cells in the last interior layer which adjoins the central polygon , are always triangles rather than kite shaped (4 in fig . 4) . The number of different cells in a star , including the central polygon . equals to the number of rotations that created the star .

Star motifs can be produced by joining points equally distributed around the circumference of a circle . These stars can be described by a concise notation giving the data on three quantities : the number of initial vertices n , the method of joining up the vertices to produce the original star (i. e. , joining every 2 nd point , 3 rd point , and so on) d , and the number of cells remaining in the star motif (since some cells can be removed) s . The complete symbol for the basic Islamic star becomes (n / d) s[3]. For example the star shown in figure *3 c* can be described as (16 / 7) 7 .

3 . Lee , A. J . : Islamic Star Designs , in *Muqarnas* , vol . 4 , p . 182 .

In North Africa , the method continued in use until the present . Magnificent ribbed domes are designed and built by Moroccans for both religious and secular buildings [2] .

Modern admirers enjoy the geometry , order and pattern of these domes . Looking back , moderns would find them useful in interpreting the culture of those times . Mathematical developments , structural experiments , aesthetic and spiritual ideals . But what did the people living at that time saw and experienced in these domes ? What did the simple peasant , the soldier , the poet , the mystic or the court official see in these domes . What might be the impulse to create a ribbed dome , rather than a simple plain one ? Is the dome a microcosm that reflects the order of the universe and can affect , to better rather than worse , the lives of those who come to pass under it ? We may not know for sure , but one can find different interpretations to explain the significance of the ribbed domes.

This form of architecture survived in Christian Spain after the Muslims were defeated and eventually expelled . Even though many Islamic buildings were destroyed , this tradition was carried on by the Christians , and remains today as a lasting contribution of the Arab - Muslim culture to Spain .

1 . 1 . What is a Ribbed Dome ?

Rib and ribbed dome are sometimes used to describe different things . In this paper *rib* will be used for a three dimensional arch which projects from the dome's interior surface. *Arch* will be used to describe the geometric shape of the rib especially when it forms half a circle extending from the base on one side to the base on the other side of the dome . *Ribbed dome* will be used to describe a dome with ribs that rotate around its vertical axis .

2 . Geometry of Ribbed Domes

When arches are rotated around a dome's vertical axis , the intersection point at the apex of the dome becomes more congested as the number of arches increases (fig . 2 column a) . This problem was avoided by Arab Muslim builders by using a pair of arches instead of only one , and leaving an open space in apex where the node of intersecting ribs used to be (fig . 2 column b) . Increasing the number of rotated arches to 3 ,4 , 5 or more arches creates more complex patterns , but causes two effects which were not satisfactory to Arab builders : the first is a physical one , where the resulting arches have different radii because of their location on the dome surface (fig . 3a) this meant that more varied and extensive forms are required for building. A more important effect , however , is a visual one , where the arches intersect in ways that did not appeal to Arab Muslim tastes . Comparing diagrams " b " and " C" in figure 3 clearly shows the difference in the visual character of accepted and rejected forms .

2 . Many examples can be found in Paccar , Andre (1981) : *Traditional Crafts in Morocco* France . pp . 202 , 270 , 266 , 346 , and 359 .

Geometry of Ribbed Domes in Spain and North Africa

Ma'moun Sakkal *

1 . Introduction

Domes have been used to cover structures since ancient times . Roman legions discovered the dome more than 2000 years ago in Syria and Palestine and brought the concept back to Rome . Domes played an important role in Roman architecture , and continued in Byzantine architecture as well . Arab and Muslim builders adopted the use of domes in their buildings , and introduced several innovations of their own . One such innovation can be found in Muslim Spain beginning from the 10 th century . It is the construction of *ribbed domes* . where a pair of parallel arches are rotated to intersect and produce a star pattern. Although the arches have a three - dimensional quality , being on the surface of a spherical dome , one recognizes a star pattern when looking at them from below .

The most important characteristic of ribbed domes is having a pattern as an essential part of the dome structure , and specifically the star pattern . The star pattern reinforces the old notion of the dome as the sky , not only in Islamic architecture , but in other cultures as well . This quality became more evident with later developments of the ribbed domes design , where not only one , but tens , sometimes hundreds , of stars seem to fill the surface of the sky .

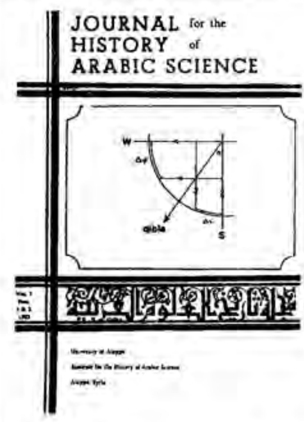
Ribbed domes developed around the same time , and possibly independently , in Spain , Persia and Armenia . The course of development took different routes in these regions . While the use of the ribs continued in Spain and North Africa limited to the dome itself , in Persia it was transferred to the zone of transition between the dome and the supporting structure , and unique configurations were utilized to solve the transition conditions.

Ribbed domes influenced the medieval builders of Gothic architecture in Spain as in Burgos Cathedral , and in Europe as in Prague Cathedral , and continued to be an inspiration for western architects such as Leonardo de Vinci who sketched several ribbed star domes for church designs , and Guarino Guarini who designed and built the Church of San Lorenzo in Turin , Italy . This fascination with ribbed domes is evident in our own time in projects such as Lindsfarne Chapel in Colorado (fig . 1) , and Baha'i House of Worship in New Delhi [1].

* University of Washington . Paper given at the Fifth International Symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

1. Mimar 29 , *Architecture in development* , September 1988 . p . 40 .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : vol 11 : PP . 53 73 .





Journal for the History of Arabic Science

An international journal published once a year since 1977.
Is devoted exclusively to the publication on research in medieval Arabic / Islamic exact sciences, technology, medicine and pharmacy.
Research papers, texts and book reviews.

Editors: Ahmad Y. al-Hassan / Canada.
Khaled Maghout / I. H. A. S. – Univ. of Aleppo.
Roshdi Rashed / C. N. R. S. – France.
Sami Chalhoub / I. H. A. S. – Univ. of Aleppo.
Assistant Editor: Moustafa Mawaldi / I. H. A. S. – Univ. of Aleppo.

Published by the Institute for the History of Arabic Science

All other Correspondance should be sent to the **I. H. A. S. – University of Aleppo, Aleppo, Syria.**

Bibliography

Ehrenkreutz 1964 . Andrew S . *Ehrenkreutz* . " The taṣrīf and tasʿīr Calculations in Mediaeval Mesopotamian Fiscal Operations " . *Journal of Economic and Social History of the Orient* 7 , 46 56 .

Levey and *Petruck* 1965 . Martin *Levey* and Marvin *Petruck* . *kūshyār ibn Labbān principles of Hindu Reckoning* . Madison and Milwaukee : University of Wisconsin Press .

Hermelink 1975 Heinrich *Hermelink* . " The earliest reckoning books existing in the Persian Language " . *Historia Mathematica* 2 , 299 - 303 .

HØyrup 1988 . Jens *HØyrup* . " On Parts of Parts and Ascending Continued Fractions " . (Preprint : Inst of Ed. Research , *Media Studies and Theory of Science* , Roskilde Univ . Centre , Denmark .)

Saidan 1974 . *A . S. Saidan . Arabic Arithmetic . The Arithmetic of Abu al - Wafa' al - Buzajani* . (In Arabic) . Amman , Jordan : Jamʿiyyat ʿUmmāl al- Maṭābiʿ

Saidan 1974 . A. S. *Saidan* . " The Arithmetic of Abū'l - Wafā' . *Isis* 65228 , 367 75 .

Saidan 1978 . *The Arithmetic of Al Uqlīdisī* . Dordrecht / Boston : D . Reidel .

Saidan 1985 . A . S . *Saidan . Al Takmila fi'l Hisab (The Completion of Arithmetic) With a tract on Mensuration by Abu Mansur Abd 'l Qahir ibn Tahir al Baghdadi* (In Arabic) . Kuwait : Institute of Arab Manuscripts .

Woepcke 1858 - 59 . Franz *Woepcke* . "Traduction du traité arithmétique d'Aboūl Haçan Ali Ben Mohammed Alkalçādī " . *Atti dell' Accademia Pontificia de Nuovi Lincei* 12 , 230 75 .

Rosen 1831 . Frederic *Rosen* . *The Algebra of Mohammed ben Musa* London : The Oriental Translation Fund . (Reprinted by Georg Olms Verlag , 1981 .)

Suter 1901 . Heinrich *Suter* . " Das Rechendbuch des Abū Zakarījā al Ḥaṣṣār " . *Biblioteca Mathematica* . Series 3 , Vol . 2 , 12 - 40 .

$$a / b = c / C + d / (C . D) + ... + g / (C . D ... G) = \frac{c\,d \,...\, g}{C\,D \,...\, G}$$

Yet , however esoteric such a problem might seem , it in fact arises naturally when one considers the dilemma of a person who must add two ascending continued Fractions . Given two expressions of the form of a fraction plus a fraction of a fraction it is not immediately clear how to add them and then express the result in the same form . Of course , one way to add two fractions is to express both as fractions relative to a common denominator . And although the use of the least common multiple of the denominators of the two fractions , or simply the product of the two denominators , was well known , it could be more convenient when dealing with monetary problems , where the dirhām was expressed as 60 *fulus* , to write each fraction as so many sixtieths .

And indeed , not only did Abu' l Wafā ' include a section on converting fractions to the denominator 60 (calling the technique the " method of the scribes ") but Muḥammad b . Ayyūb Ṭabarī in his Persian arithmetic included a table to aid in the reverse process , that of converting the results of the addition in the sexagesimal system back into the system of unit fractions [18] . However , I have not seen such a table elsewhere , and it was more common to rely on the fact that 60 = 4.3.5 and then proceed as follows , taking the example of $\frac{26}{60} = \frac{1}{4} + \frac{2}{4.3} + \frac{1}{4.3.5} = \frac{1\,2\,1}{4\,3\,5}$ in the standard Maghribi notation . In other words Ibn Yasamin's problem arises as the general statement of the problem of converting into the system of ascending continued fractions a hindi fraction a / b where b is the product of C , D , ... , G. [19]

In discussing Muslim contributions to the history of mathematics during the medieval period the bulk of scholarly attention has been directed to the Islamic development of the hindi and sexagesimal systems , and that is as it should be , for it was these systems which provided the basis for the technical achievements in the exact sciences that earned Islam pride of place in the sciences among the medieval civilizations . However , although a civilization ' s mathematical achievement may be more than the arithmetic that underlies the organization of its society , it at least includes that arithmetic . What I have done today is to provide some portrait of what that basic arithmetic was in the case of medieval Islam and to indicate some of the ways in which that arithmetic system was made to furnish an adequate means for supporting a complex society.

18. See *Hermelink* 1975 , p . 301 .
19. *HØyrup* 1988 , p . 9 . refers to the fact that the conversion of sexagesimal fractions into other metrological units is exactly the context in which such fractions occur in the Babylonian tablets .

into the value of grain of another value class expressed in a different system of measurement , examples being

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{10} \text{ for } 2/15 \text{ and } \frac{1}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \text{ for } 3/16 .$$ [14]

As in the case of the simpler , composite , fractions one finds here too that it was in the treatises written in the Maghreb where there occurs an elegant extension of the Maghribi notation for fractions , namely the notation

$$\frac{ac}{bd} \text{ [15] for } \frac{a}{b} + \frac{c}{b \cdot d'} \text{ similarly ,}$$

$$\frac{a\,c\,e}{b\,d\,f} \text{ for } \frac{a}{b} + \frac{c}{b \cdot d} + \frac{e}{b \cdot d \cdot f}$$ [16].

For example , exactly the fraction 11/ 12 , which we met with above (at least implicitly) in al Baghdādī , we meet in the arithmetic of al Ḥaṣṣār expressed as $\frac{51}{62} = \frac{5}{6} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6}$ And if we recall that a *dāniq* is one sixth of a dirhām then this last expression can be read directly as five *dāniqs* and a half. And this is exactly the expression we find in al Baghdādī .

Indeed , so firmly associated did certain fractions become with certain metrological units (whether of weight , volume or currency) that the names for these latter became simply alternate names for certain common fractions , according to a system of fractions which Abu'l -Wafā discusses at some length and are called " like named " (*muntasib*) [17] . Since these metrological units were dependent on time and place considerable confusion could result when names referring to certain fractions were read out of context and interpreted as referring to others .

Writers like Saidan who have investigated the different systems of arithmetic in medieval Islam have emphasized of the manual system that it eventually became absorbed into the hindi arithmetic , contributing shortcuts for multiplication and division and with the ascending continued fractions . They even inspired some nice arithmetic problems . For example Ibn Yāsamīn poses the problem of finding , for a given fraction a / b and a set of integers C , D , ... , G another set of integers c , d , ... , g so that

14. *Ehrenkreutz* 1964 , 51 .
15. The order of the symbols in the Arabic text is reversed , corresponding to the Arabic direction of writing . And one does not find alphabetic symbols used in the symbolic expression of a fraction with a separating bar . It is always specific numerals , even though one will occasionally find the verbal expression " Let there be given a fraction with numerator a and denominator b "
16. For example see *Suter* 1901 , 19 ff .
17. *Saidan* 1971 , 174 ff .

operational status as the fraction one seventh[10] and the reckoner would have multiplied the profit from the sale , seven dirhams , by the share contributed , namely five , and divided the resulting 35 by the total of all shares , namely twelve , expressing the result as two dirhams and eleven twelfths . But the operations I have specified here are just the operations al - Baghdādī specifies in his first method , and I suggest that the two methods , presented as simple alternatives , in fact represent the solution of the same problem in two different arithmetic traditions : the hindi and the manual .

In the Maghrib and Al Andalus where the development of notation for arithmetic and algebra was taken further than it was in the east there developed our notation $\frac{a}{b}$ for the hindi fractions [11], and this notation was transmitted to the west by Leonardo of Pisa . Eastern writers took from the Indians the custom of writing fractions with the numerator above the denominator but without any separating bar [12]. (In fact the eastern notation for fractions appears to be less a notation than a record of what would be left on the dust board after a division . Thus , after calculating 35÷ 12 (to take the case arising from our example) one would be left on the dust board with " 2 " on the top . " 11 " below that and " 12 " below that , recording the answer 2 11 / 12 .

Of course in the everyday problems of medieval Islamic society the metrological conversions referred to above , the calculation of alms taxes or of shares of inheritances one would constantly be running into fractions not expressible as one of the three first types (principal , composite and fractions of fractions) . In general one would want sums of these . And among such sums one type occurred so often that a special notation was developed for it . These are fractions like the expression for two thirds as one half and a half of a third - known today as ascending continued Fractions . In general one would allow a composite fraction (a / b) to be addes to one bth of some other composite fraction (c / d) . This would result in $\frac{a}{b} + \frac{1}{b} . \frac{c}{d} = \frac{a}{b} + \frac{c}{b.d}$

Such fractional expressions occur repeatedly in inheritance problems in al Khwārizmī's *Algebra* , composed in the early ninth century , where the fraction three fourteenths is expressed as one sixth and two - sevenths of one sixth [13] . They are also found 150 years later in Abu'l Wafā 's chapter on conversion of the value of grain of one value class expressed in one system of measurement

10 . Although , of course , because of the nature of Arabic the former fraction (as we would call it) would have to be expressed in the languag of " five parts of twelve parts " .

11 . See for example the work of al - Ḥaṣṣār in *Suter* 1901 , pp.19 - 20 .

12 . Thus for example *Kūshyār* b . *Labbān* in *Levey* and *Petruck* 1965.

13. See *Rosen* 1831 , 132. We are not , of course , suggesting that these Fractions originated with *al - Khwārizmī* . Jens *Høyrup* 1988 calls attention to A . Sach's discovery of such expressions in Old Babylonian cuneiform tablets .

above *and* another *and* another ' .

Examples of this system at work in medieval Islam may be found in Abu'l- Wafā's chapter on the conversion of different versions of the *Kurr* measure current in the eastern califate into one another [6]. Thus he gives the perscription for converting the standard *kurr* , the *Kurr mu^caddal* into the *kurr sulaymānī* as " take one sixth plus one tenth of it " , instead of take 4/ 15 of it. And when the great Būyid ruler ᶜAḍud al-Dawlah attempted to standardize the system in the province of Fārs with a measure called the *Jarīb*,which was 24 *kurr muᶜaddal*,the latter was not 1/24 of the *jarīb* but one fourth of one eighth of it.

This classification of fractions is evidently based not on mathematical but on linguistic criteria , as one might expect in a system adapted to speech rather than to written notation . Thus , the principal fractions stopped at one tenth since Arabic lacks words for one eleventh , one twelfth , etc . Although for one- twelfth one could (and did) use one half of one sixth , no such option was available in the case of one - eleventh or one thirteenth , so circumlocutions were necessary , as in the expression " three parts of eleven parts " . It is thus fairly obvious why , in an arithmetic done entirely mentally and in which every number must be expressed verbally , Abu'l Wafā ' would say that businessmen and government officials prefer principal fractions to either composite fractions [7] or fractions of fractions , and why they would prefer any of these to the inexpressible fractions , which (he says) they dislike so much that they prefer to approximate them and be satisfied with inexact results rather than to use them and get exact results .

As an example of this approximation Abu'l Wafā' gives[8] the approximation of three elevenths as one-fourth and a fifth of a ninth , i.e. 2722 ... as opposed to . 2727 ... (a difference of only 5 ten - thousandths) .

And one can see the application of these kinds of fractions in the details of the solution according to the " other method " which al - Baghdādī mentions in our opening problem , especially in the case of the share of him who contributed five dirhams , where his share is expressed as the sum of the two principal fractions one fourth and one sixth .

If one thinks how this share would be calculated in a hindi system of arithmetic the difference between the hindi and the hand system becomes apparent ; for , in the hindi system , there is a fully developed concept of common fractions [9] .Therefore the fraction five twelfths has the same

6 . Summarized in Ehrenkreutz 1964 .

7 . Indeed , so much is this the case that in Part 5 of his work he seems to use unit fractions entirely , preferring , for example , to write 3 / 8 (a perfectly good composite fraction) as 1/ 4 and 1 / 8 .

8 . *Saidan* 1971 , p . 72 .

9 . See for example *al - Uqlīdisī 's* Book of *Chapters* translated in *Saidan* 1978 .

-Wafā' called *Arithmetic Necessary for Scribes , Officials and Others* , (written around 970) and that of al Karajī , called *The Sufficient Book of Arithmetic* [3] .
In this system :

1 - Numbers were expressed verbally according to a strictly decimal system , i . e . so many units , so many hundreds , so many thousands , etc . As you see above , twelve is expressed as ' twelve ' (in Arabic ' two ten ') and not in the ciphered form ' 12 ' . (In the practice of this system , of course , numbers were spoken and not written)

2 - All calculations with numbers were done according to a set of rules learned by heart and performed without any writing materials or even mechanical aids to calculation , such as an abacus. The only non mental feature of calculation was the use of the hands for storing the results of intermediate calculations , according to the way the fingers were held . The figure shows the main features of the system, in which different hands were used for different powers of ten .

The rules for the calculations were based in theory on a knowledge of the multiplication table for the numbers from 1 to 9 and knowledge of rules such as " tens times hundreds is thousands " . such was called the " extended " method . In the " abridged " method however the operations were done by what we today would call shortcuts , but were in fact the backbone of the system and were developed at great length . At their root lay the idea that two easy calculations to do were to add a number to itself (i. e. to double it) and to multiply it by 10. (This latter , in the hindi system , was done by writing a zero to the right of the number , but , in mental arithmetic , is done by making the units tens , the tens hundreds , etc .) All else was expressed in terms of these two simple operations . For example one multiplied a number by eight according to

$$8 \times n = (10 - 2) \times n = 10 \times n - 2 \times n$$

And to multiply by 15 one used the rule expressed by the formula :

$$15 \times n = 10 \times [n + n \div 2]$$

In this latter case , when $n + n \div 2$ involves the fraction one half , one added in 5 . (It is curious to see algorithms for the multiplication of two whole numbers having recourse to fractions !)[4]. Fractions in this system were classified into four kinds, as Abu'l Wafā' al-Buzajānī explains[5].They were the *principal* fractions , namely one - half through one tenth , the *composite* fractions , such as three - fifths or four ninths , the *fractions of fractions* such as one half of a sixth or a third of a fifth and finally the fractions *not expressible* as ' one of the

3 . The first of these works and the part of the second devoted to algebra are edited in *Saidan* 1971 . An easily accessible English summary of the contents of *Abu'l -Wafā's* treatise is in *Saidan* 1974 .

4 . Several such rules are presented in the translation of *al - Qalaṣādī* 's arithmetic , *The raising of the veil in Woepcke* 1858 - 59 , pp . 246 - 47 .

5 . Saidan 1971 , 71 - 72 .

Numbers at Work in Medieval Islam

J . L . Berggren *

Among the important writers on arithmetic in the early 11 th century was a native of Baghdad named ᶜAbdalqāhir al Baghdādī . Near the end of his *Completion of Arithmetic*' occurs the following problem (P . 268) of a successful joint business enterprise : " Three men buy a commodity for twelve dirhāms , one of them contributing three dirhāms towards its cost , the second four and the third five . Then they sell it for a profit of seven dirhāms . How much is the share of the profits of each one ? Then multiply each one's share of the capital by seven and divide the result by twelve , which is the sum of the shares. And what results is the share of the profits due to the shareholder .

" And there is another method , which is that the third gives one - fourth of the capital , so one fourth of the profit is due to him, i . e . a dirhām and three fourths . And the owner of the four gave one third of the capital , so to him is due a third of the profits , namely two and a third dirhāms . And the owner of the five possesses one - fourth and a sixth of the capital . So to him is due a fourth and a sixth of the profit , namely two dirhāms , five daniqs and a half (of a dāniq) .

We shall return to these solutions shortly , and I shall argue that these represent not simply different solutions but in fact different systems of arithmetic . But to convince you of that I must explain what these different systems were .

Prior to discussing his applications of arithmetic al -Bagdādī has explained a variety of arithmetic systems , and indeed his *K . al - Takmila* is the first book to give a separate exposition of each of the systems current in the medieval Islamic world . These include the hindi system [2] , that is the Islamic development of the system acquired from India , and the basesixty , sexagesimal system , originating in ancient Mesopotamia , that you heard about earlier today , but they include as well an arithmetic system which , in order to emphasize that it used no writing materials to effect the calculations , was known either as *airy or manual* arithmetic . It was explained , in the latter half of the tenth century in two treatises devoted especially to it , that of Abu'l

* Simon Fraser University . Paper given at the Fifth International Symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

1 . *Al - takmila fi 'l* - ḥisāb edited in Saidan 1985 .

2 . We adopt this term from *Saidan* 1978 , where it refers to the Islamic modification of the system acquired from the Indians .

comparées [45], l' imagination , qui conserve les formes verifiées [46] et la mémoire qui sert à évoquer le souvenir des formes déjà connues [47].

Sans doute Ibn al-Haytham était un grand savant . Il a inventé camera obscura et il a motivé la théorie intromissive de la vision . Witelo était un simple commentateur de la traduction latine de *Kitāb al Manāẓir* du grand Arabe . Mais il a reçu ses idées sans réserve en ajoutant de sa part quelques observations et quelques idées nouvelles .

45. *Witelo , Perspectiva* , lib III . prop . 59 : Sicut enim sentiens comprehendit in perventu formae lucis primae solam lucem , sic in perventu formae coloris comprehendit lucem coloratam . Ergo haec duo comprehenduntur solo sensu visus sine aliis animae potentiis et operationibus , quod non accidit in aliquo aliorum visibilium , quoniam illa quasi plurima a pluribus sensibus sentiuntur . Et si aliqua ipsorum solo sensu visus sentiantur et non aliis sensibus particularibus hoc accidit vel ex istorum aliqua participatione , vel istorum privatione , sicut est in diaphanitate et opacitate . tenebris et umbra, in quibus necessaria est ratio conferens hinc inde , quae non est necessaria in comprehensione lucis et coloris . Op . cit . , prop . 60 : Non fit ergo similitudinis comprehensio per solum visum , sed ex potentia animae quam dicimus rationem , per actum ratiocinationis diversas formas visas ad invicem comparantem . *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 10 , p . 30 : Comprehensio autem eius , quod illud , quod est a posteriori corporis diaphani , est diversum ab illo corpore, non est comprehensio solo sensu , sed est comprehensio per rationem . Et cum diaphanitas non comprehendatur nisi per signationem , ergo non comprehendetur nisi distinctione et ratione.
46. *Witelo , perspectiva* lib . III . prop . 58 : Cum enim visus comprehendit aliquam rem visam et fuerit certificata forma eius apud sentientem , tunc forma illius rei visae remanet in anima et figuratur in imaginatione ipsius videntis , ut in Naturalibus animae passionibus declaratum est . *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap. 3 , sectio 65, p . 68 : Virtus distinctiva comprehendit ... ex distinctione omnium istarum distinctionum ad ea , quae cognoscuntur ex similibus earum , formam compositam ex omnibus et sic signatur in imaginatione forma composita ex omnibus istis intentionibus .
47. *Witelo , Perspectiva* , lib . III . prop 63 : Est enim cognitio comprehensio consimilitudinis duarum formarum , scilicet formae , quam comprehendit visus apud cognitionem , quando sentit se cognoscere rem quam videt et formae quiescentis in anima prius comprehensae . Unde non fit visualis cognitio nisi per rememorationem , quoniam si nulla forma talis fuerit quiescens apud animam et praesens memoriae , non cognoscet visus rem visam . Conf. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 10 , p . 10 : Et cum cognitio non fit nisi per rememorationem , cognitio non est comprehensio solo sensu .

examinée [42] . La forme vraie de la chose vue est saisie après l'examen de tous les détails de la chose [43].

Ibn al- Haytham et Witelo estiment que la puissance visuelle de l'homme a besoin de l'aide des puissances sensitives intrinsèques de l'âme humaine . Entre elles ils discernent la puissance distinctive qui distingue les choses et leurs propriétés [44] , la raison existant et agissant afin de faire les remarques sur la participation ou les manques de détails chez les choses

42. *Witelo Perspectiva* lib . III , prop . 48 : Cum enim omnia puncta ipsius communiter per omnes tres axes vel saltem per duos , visuales motu oculi transcursa fuerint , tunc solum aequaliter est totum visum , quoniam tunc forma cuiuslibet sui puncti infigetur puncto medio concavitatis medii et erit semper nova dispositio totius formae circa punctum illud . Magis ergo aequaliter perpendetur tunc partium aequalitas ad invicem in omnibus dispositionibus suis , tunc ergo tota res aequaliter videbitur .
43. *Witelo , Perspectiva* lib . III , prop . 57 : Visus enim non comprehendit veram formam rei visae nisi per comprehensionem omnium intentionum particularium que sunt in illa forma .
44. *Witelo perspectiva* lib . III , prop . 60 : Et etiam quando visus vidit duos colores albos, quorum unus est albior alio , comprehendet amborum albedinem et quod alterum est fortioris albedinis . Comprehendet ergo similitudinem illorum duorum alborum in albedine et diversitatem illorum in fortitudine et debilitate . Distinctio vero inter illas duas albedines non est ipse sensus albedinis , quoniam sensus albedinis est ex dealbatione superficiei visus quae fit ab utraque albedine . Distinctio autem illarum albedinum fit propter diversitatem actionis illarum duarum albedinum in ipsum visum . Non est ergo illa distinctio a solo sensu, sed est ab alia virtute animae , quam dicimus distinctivam . Et similiter est de comparatione et distinctione aliarum sensibilium formarum . Nichil enim illorum accipitur solo visu , sed ratione et virtute distinctiva coadiuvantitbus . Visus enim per se non habet virtutem distinguendi , sed virtus distinctiva animae distinguit omnia illa mediante visu . *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* liber II , cap . 1 , sectio 10 , p . 31 : Non ergo omne , quod comprehenditur a visu , comprehenditur solo sensu , sed multae intentiones visibiles comprehenduntur per rationem et distinctionem cum sensu formae Visae . Visus autem non habet virtutem distinguendi , sed virtus distinctiva distinguit istas res . Attamen distinctio virtutis distinctivae in istis rebus visibilibus non est nisi mediante sensu .

chose vue et toutes les autres formes des choses vues . Witelo retire aussi l'attention du lecteur pour faire apercevoir que le nerf commun , dit de même nerf optique , est situé de façon identique par rapport à l'un et l'autre oeil [40] .' Il complète ce renseignement en disant que les formes des points sont saisies dans le nerf commun d'un point déterminé sur la surface de la chose vue . Il appelle ce point *punctus coniunctionis* [41]. Il se trouve sur cette surface et sur l'axe commun, mené droit du nerf commun à ce point de jonction des axes de l' un et de l'autre oeil . Ces trois axes servent à la puissance de l'homme afin de changer les angles de la vision pour voir clairement les détails de la chose

40. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . I , cap . 5 , sectio 26 , p . 16 : Visus autem non est nisi quoddam instrumentum istius virtutis , quoniam visus recipit formas rerum visarum et reddit eas sentienti ultimo et sentiens ultimum comprehendit istas formas et comprehendit ex eis res visibiles , quae sunt in eis . Et illa forma in superficie glacialis extenditur in corpore glacialis , deinde in corpus subtile , quod est in concavo nervi quo usque perveniat ad nervum communem et apud perventum formae apud nervum communem completur et ex forma veniente in nervum communem comprehendet ultimum sentiens formas rerum visarum *Witelo , Perspectiva* , lib . III , prop . 28 : forma recepta in superficie glacialis pertransit corpus glacialis , deinde extenditur per corpus subtile , quod est in nervo optico et venit ad anterius cerebri in quo est sentiens ultimum , quod est virtus sensitiva , comprehendens sensibilia , cuius virtutis oculus est instrumentum , recipiens formas rerum et reddens eas ultimo sentienti , sic quod apud nervum communem ambobus oculis , cuius nervi situs a duobus oculis est situs consimilis , demum completur visio , licet ergo duae formae perveniant in duobus oculis ab una re visa . illae tamen formae ambae , quando perveniunt ad nervum communem , concurrunt et fiunt una forma et per unionem harum formarum comprehen dit ultimum sentiens formam rei visae et sic unius rei tantum unam formam accidit videri .
41. *Witelo Perspectiva* , lib . III , prop . 37 : Omnes ergo formae punctorum rei Visae aequaliter circumstantium puncta , quae superficiebus visuum incidunt secundum axes radiales ad puncta aequaliter circumstantia medium punctum nervi communis consimiliter pertingunt . Et seruatur figura et dispositio totius superficiei rei visae , in parti bus suis et in remotione a puncto quod est in axe , secundum modum distantiae et declinatione punctorum , quorum formae illic recipiuntur *a puncto coniunctionis* in superficie rei visae secundum dispositionem angulorum refractionis in superficie vitreae . Et duae formae , quae infiguntur in duobus punctis consimilis positionis apud superficies duorum visuum perveniunt ad illum eundem punctum concavitatis nervi communis et superponuntur sibi in illo puncto et erunt una forma .

esprits visuels entre l'oeil et la partie antérieure du cerveau [37]

Selon la conception d'Ibn al-Ḥaytham , tous les points de la forme qui venaient tout droit à la surface de *sphaera vitrea* se brisaient sur cette surface , excepté le point de l'axe, sur les lignes coupantes les lignes radiales, et ensuite couraient également tout droit jusqu'au lieu de détour du nerf concave [38] .

L'un et l'autre adoptent l'opinion que sur le détour de ce nerf les lignes radiales avec l'axe au centre , tournent sur les centres des orifices des nerfs concaves en conservant toujours l'image simple de la chose vue . Mais ici leur position se différencie : Ibn al Haitham attire l'attention du lecteur sur les propriétés des esprits visuels qui peuvent garder l'image simple de la chose vue même après le détour du nerf . Et Witelo , de sa part , accentue que les axes radiales des yeux font ses détours sous un angle [39] .

Enfin , dans le nerf commun pour le couple des yeux , se réalise la plénitude de la puissance visuelle : les images des yeux s'unissent et l'ultimatum sentent de cette puissance , saisit complètement la forme de la

37. *Witelo Perspectiva* , lib . III , 22 / editio Unguriana , p . 319 / : Sed et corpus subtile , quod est in concavitate nervi inter humorem vitreum et nervum communem , quod corpus nominatur spiritus visibilis quoniam in ipso primo discurrunt spiritus visibiles , necesse est diaphanum esse , quoniam formae rerum visibilium , quando perveniunt in corpus humoris vitrei , extenditur sensus ab illo in corpus sentiens extensum in concavo nervi continuati inter visum et anterius cerebri et secundum extensionem sensus extenduntur formae ordinatae secundum suam dispositionem . Patet ergo quod ordinatio partium corporis sentientis formas et ordinatio virtutis sentientis aequaliter est necessario in corpore vitreo et in omni corpore subtili extenso in concavo nervi . Cum enim forma pervenit ad aliquod punctum superficiei vitreae , extenditur directe et non alteratur eius situs in concavitate nervi in quo extenditur corpus sentiens et erunt formae omnium punctorum consimilis ordinationis ad invicem .
38. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 8, p . 29 Deinde extenduntur formae ab ista superficie secundum rectitudinem linearum radialium etiam quo usque perveniant ad superficiem vitrei , deinde punctum axis extendetur ab ista superficie secundum rectitudinem axis , quousque perveniat ad locum gyrationis concavi nervi , et omnia puncta residua refringuntur super lineas secantes lineas radiales et consimilis ordinationis quo usque ad locum concavi nervi .
39. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 6 , p . 26 : Et erunt omnes istae verticationes gyrantes apud gyrationem nervi . Et erunt apud gyrationem nervi ordinatae secundum suam ordinationem ante gyrationem et post propter qualitatem sensus istius corporis . Et sic perveniet forma ad nervum communem secundum suam disposition nem . *Witelo , Perspectiva* , lib . III , prop . 31 : Uno puncto rei visae superficiebus amborum visuum perendiculariter incidente , necesse est axes radiales in centris foraminum gyrationis nervorum concavorum angulariter refringi .

Dans le texte latin du traité d ' Ibn al - Haytham *De aspectibus* , la direction de la réfraction devant le centre de l ' oeil n ' est pas établie [33] . Pour obtenir la direction propre au faisceau parallèle , dirigée vers le chiasme optique il faudrait accepter que la *sphaera vitrea* est moins transparente que la *sphaera glacialis* et qu ' ainsi les rayons devraient se briser vers la normale . Mais Witelo se trompa d' une façon étonnante en prétendant que la *sphera vitrea* est plus transparente que la *sphaera glacialis* [34]. Dans ce cas, cependant , les rayons s ' écartent de la normale en se coupant devant le centre de l' oeil et contre l ' opinion commune de deux opticiens dont les thèses sont ici discutées- se produit l ' inversion de l ' image simple [35].

dans la proposition 47 du second livre de *Perspectiva* , Witelo a préparé bien l'unet : l'autre variante de la réfraction des rayons devant le centre de l'oeil[36] . On ne saurait pas pourquoi il en a choisi non pas la vraie, mais la fausse.

Toutefois Witelo gardait son intention de sauver l'image simple de la chose vue et pensait que chaque forme quittant un certain point de la *sphaera vitrea* courait tout droit en conservant son image simple et que cette situation continuait à se produire dans la concavité du nerf optique , qui transmettait les

33. Op . cit . , p . 244 , note 106 .
34. *Witelo Perspectiva* , lib . III prop . 21 : Forma vero non potest extendi a superficie glacialis ad concavum nervi communis secundum extensionem linearum rectarum et conservare situs suarum partium secundum suum esse , nisi natura alterius diaphani clarioris sibi occurrat antequam perveniat ad centrum oculi , quoniam si non sit medium alterius diaphani , omnes istae lineae concurrent apud centrum oculi et efficeitur quasi unum punctum .
Witelo Perspectiva , lib . III , prop . 22 in fine : Et quoniam in hiis ambobus corporibus fit progressio formarum ultra centrum oculi , patet quod *illa refractio facta est a perpendiculari erecta a puncto refractionis super superficiem glacialis* .
35. *Witelona Perspektywy Księga* II i III . Przekład na język polski ze wstępem i Komentarzami . Wstep , przekład i komentarze : Lech Bieganowski , Andrzej Bielski , Roman S . Dygdala , Witold Wróblewski , Wrocław 1991 , p . 71 - 76 .
36. *Witelo Perspectiva* lib . II , prop . 47 . Radio perpendiculari omne corpus diaphanum penetrante , radius oblique incidens in medio secundi diaphani *densioris* refringitur *ad perpendicularem* ductam a puncto incidentiae super secundi diaphani superficiem et in medio secundi diaphani *rarioris* refringitur *ab eadem* .

Cette chose doit cependant avoir une certaine quantité à l' égard de la surface de l' oeil [28].

Mais de ce cône visuel , issu du centre de l'oeil et conçu comme le point de départ des lignes droites venues de la chose vue avec les formes y discernées par la *glacialis* , Ibn al - Haytham parle seulement au VIIe livre du *De aspectibus* . Au deuxième liver du même traité il annonçait la réfraction des formes devant ce centre [29]. Witelo s'accordait avec lui [30] . Cette réfraction devait rendre , selon leur avis , l ' image simple et irréversible de la chose vue [31] . Pour faire changer ce jugement opiniâtre , il fallait attendre les arguments de Jean Kepler , exprimés dans le traité publié en 1604 *Ad Vitellionem paralipomena , quibus astronomiae pars optica traditur* [32] .

28. *Witelo* , *Perspectiva* , lib III prop . 19 , in fine : Solae itaque res sunt sensibiles actu , quarum pyramides inter visum et centrum visus distinguunt ex superficie glacialis partem aliquam sensibilis quantitatis respectu totius superficiei glacialis . Illae ergo res oportet , ut sint alicuius quantiatatis respectu superficiei visus .
29. Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis lib . II , cap . 2 , sectio 3 , p . 25 26 : Et omnes formae pervenientes in superficie glacialis , extenduntur in corpore glacialis secundum rectitudinem linearum radialium , quo usque pervenient ad istam superficiem , et cum pervenerint ad superficiem istam , refringuntur apud ipsam secundum lineas consimilis ordinationis secantes lineas radiales .
30. *Witelo* , *Perspectiva* , lib III , prop . 23 : Est ergo illa superficies si fuerit pars sphaerae , necessario excentrica oculo , ... Omnes ergo formae pervenientes in superficiem glacialis extenduntur per corpus glacialis secundum rectitudinem linearum radialium quo usque perveniant ad istam superficiem . Tunc reflectuntur apud ipsam secundum lineas consimilis ordinationis secantes lineas radiales .
31. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 5 , p . 26 : formae ergo perveniunt ad vitreum ordinatae secundum ordinationem earum in superficie visi . *Witelo* , *perspectiva* . lib . III . prop . 21 : patet per 91 primi huius , quod si illae lineae ultra centrum oculi debeant extendi , necessario erit linearum illarum intersectio in centro , et post centrum creabitur nova pyramis , cuius lineae longitudinis secundum positionem et situm priori pyramidi modo contrario se habebunt . Convertetur ergo totus situs figurae rei visae , quoniam habet in superficie rei visae et in superficie glacialis taliter ut illud quod est in superficie glacialis dextrum fiat sinistrum apud sensum et contrario , et superius fiat inferius et e contrario . Nec perveniet aliquid formae directe ad nervum communem , nisi solum unum punctum , quod est in extremitate axis pyramidis . Omnis ergo res secundum modum suo naturali situi contrarium videatur, quod est contra suppositionem et manifeste contra id , quod accidit in sensu . Patet ergo , qoud necessarium est , quod isti humores sint diversae diaphanitatis .
32. D . C . *Lindberg* . op . cit . , p . 193 - 208 .

rayons obliques [24], mais ils sont saisis par la vue selon les droites issues du centre de l'oeil [25]. Chez Witelo les formes obliques, qui sont en dehors du cône visuel, sont brisées par les tuniques de l'oeil et on y voit, par elles, indistinctivement [26]. Ibn al - Haytham parle ici, expressément, de la surface de l' oeil comme du lieu de la réfraction des rayons obliques et Witelo en termes généraux, de tuniques de l'oeil, qui précèdent la lenticule / glacialis /.

Ainsi donc, Ibn al Haytham a constaté la réfraction des rayons sur la surface de l'oeil et Witelo, qui a lu attentivement le traité *De sensu et sensato* d'Aristote, en savait de l' existence de la première image cornéenne de laquelle aussi Démocrite a exprimé son opinion originale.

Par l' intermédiaire des lignes droites du cône visuel, situé - selon Ibn al Haytham au centre de l'oeil, la *sphaera glacialis* de l'homme, qui pour le savant arabe était le premier membre de l' oeil visuellement sensible, sent les choses vues qui se trouvent sur la base du cône, parce que de là viennent les formes en points distincts [27]. Witelo ajoutte que seules ces choses deviennent sensibles pour la surface de *glacialis*, dont les cônes visuels discernent dans cette surface une parcelle de quantité sensible par rapport à toute cette surface.

24. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. I, cap. 5, sectio 18, p. 9 : Et formae omnium punctorum reliquorum refringuntur apud illud punctum superficiei visus et transeunt per diaphanitatem tunicarum visus secundum linaes declinantes ad superficiem visus.
25. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. VII, cap. 6, sectio 37, p. 269 : Ergo formae refractae in tunicis visus non comprehenduntur a visu, nisi in perpendicularibus exeuntibus a visibilibus super superficies tunicarum visus. Et hae perpendiculares lineae sunt exeurtes a centro visus. Formae ergo omnes refractae in tunicis visus comprehenduntur a visu in rectitudine linearum exeuntium a centro visus.
26. *Witelo, Perspectiva* lib. III prop. 17 : Formae vero visibilium, quae sunt extra hanc pyramidem numquam incidunt per aliquam illorum linearum perpendicularium, sed forte accidit ipsas extendi per lineas rectas, quae sunt inter ipsas et superficiem visus oppositam foramini uveae. Et illae formae refringuntur a diaphanitate tunicarum visus, et non perveniunt ordinate ad virtutem visivam. Unde non fit distincta visio secundum illas. Verum tamen illas formas refractas aliqualiter accidit videri ; sed indistincte, in concursu scilicet ipsarum cum lineis perpendicularibus a centro oculi extra pyramidem radialem productis.
27. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. VII, cap. 6, sectio 37, p. 269 : Formae ergo omnium visibilium, quae opponuntur parti superficiei visus, quae opponitur foramini, et existunt in hac parte superficiei visus, refringuntur in diaphanitate tunicarum visus et perveniunt ad membrum sensibile, quod est humor glacialis, et comprehenduntur a virtute sensibili per lineas rectas, quae continuant centrum visus cum ipsis visibilibus. [...] Et virtus sensibilis comprehendit omnia, quae perveniunt ad glacialem ex forma visus puncti super unam lineam continuantem centrum visus cum illo puncto. Hoc ergo modo comprehendit visus omnia visibilia.

propagent en ligne droite [20] . Mais physiologiquement la première réception de la lumière , de la couleur et de la grandeur angulaire de la chose vue ne saurait avoir lieu que par les droites perpendiculaires du cône visuel . Cette reception accomplie sur la *sphaera glacialis* / la lenticule / permettait d' éliminer toute la superfluité de rayons obliques et la clarté de la vision , pendant laquelle un point de la chose vue répond toujours à un point de la *sphaera glacialis* [21]. Justement non sur la surface cornéenne de l'oeil , mais sur la surface antérieure de la sphaera glacialis voit Ibn al Haitham , et Witelo après lui , le commencement physiologique , sensitif , de la vision [22]. Cela s' accomplit dans cet endroit par l'action de la puissance visive ou sensitive [23]. Les rayons qui tombent obliquement sur la surface de l'oeil succombent , selon Ibn al - Haytham , à la réfraction et passent par les tuniques de l'oeil comme

20. *Opticae* Thesaurus *Alhazeni Arabis* ... , lib I , cap . 5 , sec . 17 , P . 9 Lux extenditur per corpus diaphanum secundum lineas rectas *Witelo , Perspectiva* , lib . II , prop . I : Radii quorumcumque luminum et multiplicationes formarum secundum lineas rectas protenduntur .
21. Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis , lib . I , cap . 5 , sec . 18 , p . 9 : Si ergo glacialis sentit ex uno puncto omnes formas venientes ad ipsum ex omnibus verticationibus , sentiet ex omni puncto formas admixtas ex multis formis diversis et coloribus multis visibilium oppositorum visui in illo tempore , et sic nihil distinguetur ab eo ex punctis , quae sunt in superficiebus visiblium , neque ordinabuntur formae punctorum venientes ad illud punctum . At si glacialis senserit ex uno sui puncto illud , quod venit ad ipsum ex una verticatione tantum , distinguentur ab eo puncta , quae sunt in superficiebus visibilium . Witelo Perspectiva , lib . III prop . 17 : Sed si glacialis secundum lineas perpendiculares tantum sentiet , tunc distinguentur in ea puncta que sunt in superficiebus visibilium , nec erit differentia situs et ordinationis formarum visibilium in superficie glacialis et in rebus visibilibus quae sunt extra .
22. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. II , cap. / 1 , sectio 3 , p . 25 : Lineae ergo radiales non iuvant ad ordinationem formarum visibilium nisi apud glacialem tantum , quoniam apud membrum istud est principium sensus . Ibidem , lib . I , cap . 5 , sectio 16 , P. 8 : Et dicamus prius , quod visio non est nisi per glacialem sive fiat visio per formas venientes ex re visa ad visum sive secundum alium modum . Visio autem non est per unam aliarum tunicarum antecedentium se , quoniam illae tunicae non sunt nisi instrumentum visus . *Witelo perspectiva* lib . III , prop . 4 : Primus itaque humorum istorum dicitur crystallinus vel glacialis , qui proprie est organum virtutis visivae .. .
23. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . I , caput 5 , sectio 25 , p . 15 : Et etiam glacialis est praeparatus ad recipiendum istas formas et ad sentiendum ipsas . Formae ergo pertranseunt in eo propter virtutem sensibilem percipientem . *Witelo Perspectiva* lib . III , prop4 : glacialis , qui proprie est organum virtutis visivae ...

d' Ibn al Haytham [15].

Nous apprenons que Witelo est un élève d' Ibn al Haytham , quand il rejette sans hésitation la fausse théorie de rayons visuels[16] confessée par Platon, Euclide , Héron, Ptolemée et Al Kinidi [17] . Au XIIIe siècle, les opticiens contemporains de Witelo , Roger Bacon et Jean Pecham , cherchaient toujours à réconcilier les deux théories contraires de la vision , la théorie intromissive d'Ibn al - Haytham et celle des extramissionnistes ci dessus nommés . Selon Roger les *species rerum* devaient être ennoblis par le *species oculi* et selon Jean la lumière naturelle est nécessaire à l' oeil , mais elle doit être accommodée par la lumière de l'oeil à la reception par la puissance visive [18].

Ibn al - Haytham et Witelo sont d'accord que la vision ne peut s'accomplir que dans la circonstance de l'opposition des yeux et de la chose vue, illuminée [19]. Cela est une conséquence des rayons de la lumière qui se

15. Jerzy *Burchardt* , " Kosmologia i psychologia Witelona " , *Studia Copernicana* , vol . XXX , Wrocław 1991 , P. 49- 55 , en particulier p . 53 .
16. Witelonis perspective liber III prop . 5 . Impossibile est visum rebus visis applicari per radios ab oculis egressos / editio Unguriana , p . 299 .
17. D . *Lindberg* , op . cit . , p . 11 17 , 18 - 32 .
18. Roger *Bacon* , *The Opus maius* . Edited with introduction and analytical table by John Henry *Bridges* , vol . 2 , Oxford 1897 , pars I , dist . VII , cap . 4 , p . 52 : Et ideo oportet , quod visus faciat operationem videndi per suam virtutem . Sed operatio videndi est certa cognitio visibilis distantis , et ideo visus cognoscit visibile per suam virtutem multiplicatam ad ipsum . Praeterea species rerum mundi non sunt natae statim de agere ad plenam actionem in visu propter eius nobilitatem . Unde oportet quod iuventur et excitentur per speciem oculi , quae incedat in loco Pyramidis visualis , et alteret medium ac nobilitet , ut omnino sit conformis et proportionalis nobilitati corporis animati , quod est oculus . *John Pecham and the Science of Optics* , Perspectiva *communis* , edited with an introduction , English translation , and critical notes by David C . *Lindberg* , Madison , Wisconsin 1970 , p . 128, prop . 46 . 844 - 849 : Lumen oculi naturale radiositate sua visui conferre . Oculus enim , ut dicit Aristoteles , non solum patitur , sed agit quemadmodum splendida . Lumen igitur naturale necessarium est oculo ad al terandum species visibiles et efficiendum proportionatas virtuti visivae . quoniam ex luce solari diffunduntur , sed ex lumine oculi connaturali oculo contemperantur .
19. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis libri septem* , nunc primum editi ... a Federico *Risnero* , Basleae 1572 , lib . I , cap . 5 , sec . 14 , p . 7 : Cum ergo visus opponitur alicui rei visae et fuerit res illa illuminata cum quolibet lumine , ex lumine rei visae veniet lumen ad superficiem visus . Et declaratum fuit , quod ex proprietate lucis est operari in visum et quod natura visus est pati ex luce . Dignum est ergo , ut non sentiat visus lumen rei visae , nisi ex lumine veniente ex ea ad visum . Witelo Perspectiva , lib . III , prop. 6 : Cum itaque visus opponitur alicui rei illuminata coloratae , tunc multiplicatur lumen vel per se , vel cum illo colore rei oppositae visui et perveniens ad visus superficiem , et agit in visum , et visus patitur ab illo .

écrivait en Italie , à Viterbe , son vaste traité en dix livres - *Perspectiva* [11] . Ce traité , les livres : premier et partiellement dixième exceptés pourrait être considéré comme un commentaire du livre *De aspectibus* d' Ibn al Haytham , dans lequel le commentateur utilise les versets de sa source en les mettant en un nouvel ordre , en les exposant et les complétant .

Mais dans la proposition 73 de *Perspectiva* , Witelo dit . que le sens de la vue comprend naturellement sur la surface de l'oeil , la forme de la chose vue, lorsqu'il distingue . au centre de l' oeil , la lumière la couleur et , par la suite , la grandeur angulaire de la chose [12] .

Cette image sur la surface de l'oeil , connue déjà par Démocrite et par Aristote [13] , s'appelle depuis la dissertation de Jean E . Purkinje , *Commentatio de examine physiologico organi visus* , Vratislaviae 1823 , la première image cornéenne de Purkinje [14]. Il faut remarquer ici , que le grand opticien arabe , Ibn al - Haytham , dans le traité *De aspectibus* ne discute pas le role de cette image . Voici pourquoi la théorie de la vision de Witelo , son commentateur , se distingue dans sa source par la prise en considération de cette image sur la surface de l'oeil . Witelo proclame alors la théorie cornéenne de la vision . Mais il la complète ensuite par la théorie lenticulaire- chiasmatique du *De aspectibus*

11. Vide notam 2 . Il y a aussi d' éditions , publiées par livres dans la série *Studia Copernicana* : " Witelonis Perspectivae liber primus " An English translation with introduction and commentary and latin edition of the mathematical book of Witelo's Perspectiva , XV , Wrocław 1977 . Witelonis Perspectivae liber secundus et liber tertius . A critical latin edition and English translation with Introduction , notes and commentaries by Sabetai *Unguru* , *Studia Copernicana* Vol. XX VIII ,Wrocław 1991 . Witelonis Perspectivae liber quintus . An English translation with Introduction and Commentary and Latin edition of the first catoptrical book of Witelo 's Perspectiva by A. Mark *Smith* , *Studia Copernicana* , vol . XX III , Wrocław 1983 .
12. Witelonis Perspectivae liber tertius , prop . 73 / ed . S . Unguru , p . 372 - 373 : virtus sensitiva ex comprehensione partis superficiei visus in qua figuratur forma rei vise comprehendit a posteriori via sensibus competente quantitatem anguli , quem in centro visus respicit superficies prefata . Sensus enim visus naturaliter comprehendit illam superficiem in qua figuratur forma rei vise per distinctionem lucis et coloris qui per se accidunt in illa parte ab alijs superficiebus visus distincta . Et quando comprehendet quantitatem illiu partis , tunc imaginatur angulos quos respiciunt ille partes et comprehendit quantitatem eorum apud centrum visus secundum quantitatem partium superficiei visus illis angulis subtensorum ...
13. Vide notam 9 .
14. J . E . *Purkinje* , *Commentatio de examine physiologico organi visus* , Vratislaviae 1823 , p. 21 et 5 gravures après la p . 58 .

/ 1968 / [5]. Cette traduction onomastique est enracinée dans une oeuvre inconnue arabe , beaucoup plus vieille que Ḥaggī Ḫalifa , mort en 1658 et sans doute antérieure aux manuscrits latins d' Ibn al Haytham , où ses Vestiges sont toujours à chercher . Ibn Abī Uṣaybiʿa , mort en 1270 , nous transmet les formes nominales : Abū ʿAlī Muḥammad ibn al - Ḥasan ibn al Haytham [6] . Le professeur Abdalhamid Sabra a établi cependant son nom comme Abū ʿAlī al Ḥasan ibn al Ḥasan ibn al - Haytham [7]. Cette forme semble aujourd ' hui être la meilleure et est à retenir , car il provient d' un texte arabe soigneux .

À Padoue Witelo lisait non seulement Ibn al - Haytham , mais aussi De *sensu et sensato* d'Aristote et pensait que la vision s' accomplit par une réflexion de la forme venue de la chose avec la lumière sur la surface de l' oeil. Cette forme vue est ensuite interprétée et identifiée par le sens commun de l'âme [8] . Selon Aristote la vision ne s' accomplit pas sur l' oeil , mais dans l'homme qui voit [9] .

Vers 1270 , après une étude approfondie d'Euclide , d'Archimède , d'Eutokios ,d'Apollonios ,d'Héron , de ptolémee [10] et d'Ibn al - Haytham , Witelo

5 . Clemens *Baeumker* , Witelo . Ein Philosoph und Naturforscher des XIII . Jahrhunderts , *Beiträge zur Geschichte der philosophie und Theologie des Mittelalters* . Band 3 , Heft 2 , Münster 1908 reprint : Aschendorff Münster 1991 , p . 227 .

6 . Ibidem .

7 . A. I . *Sabra* , " *Ibn al - Haytham* " Abu Ali al - Hasan ibn al - Hasan , called al - Basri , al - Misri ; also known as Alhazen , *Dictionary of Scientific Biography* / editor Gillispie / , t . VI , New York 1972 , p . 189 . Kamal al - Din Abu'l Hasan al - Farisi , mort vers 1320 , dans son résumé au premier chapitre de Kitab al - Manazir rapporte les formes nominales établies par le professeur Sabra . Eilhard Wiedemann , Zu Ibn al Haitams Optik , *Archiv für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik* , vol . 3 , 1910 - 1911 , p . 18 .

8 . Witelonis De causa primaria ... , *Studia Copernicana* , vol . XIX , p . 171 : non fit visio in oculo , nisi ut in speculo habente reflexionem , sed in sensu communi , ut in iudicante , completur visio .

9 . Aristotelis Parva naturalia 436 a , De sensu et sensibilibus , recognovit Guilllelmus Biehl , Lipsiae 1898 . Aristoteles De sensu et sensato , in : *Aristotelis Opera omnia* , Venetiis 1483 , f . I^{v} col . a : Democritus autem quoniam quidem aquam dixit , bene dixit , quia autem putavit ipsum videre esse illam apparitionem ; non bene . Hoc enim accidit , quoniam oculus levis est , et est non illo , sed in vidente . Jerzy *Burchardt* , " Kosmologia i psychologia Witelona " , *Studia Copernicana* , vol . XXX , Wrocław 1991 , p . 77 , nota 24 .

10 . Aleksander Birkenmajer , " Etudes sur Witelo " , IIIe partie , *Studia Copernicana* , vol . IV , *Etudes d' Histoire des Sciences en Pologne* , Wrocław 1972 , p . 388 .

Les différences et les ressemblances d'Ibn al -Haytham De aspectibus et Witelo Perspectiva dans la théorie de la vision

Jerzy Burchardt*

Par une traduction toujours anonyme faite vers la fin de XII siècle ou au début de XIIIe siècle de l'ère dite chrétienne l' Europe latine a pris connaissance du grand traité d' Ibn al Haytham *Kitāb al Manāẓir* , un fait qui devait constituer un tournant dans la théorie de la vision dans le monde entier[1]. Le premier utilisateur de cette translation arabo latine était Jordanus de Nemore dans son traité *Liber de triangulis* [2] . Roger Bacon , un Latin de provenance anglaise , et l'auteur d'un grand ensemble des traités , écrits tôt dans les années soixante du XIIIe siècle , appelés en tout *Opus maius* , cite expressément *Kitāb al - Manāẓir* et son auteur comme *Alhazen* , *auctor perspectivae vulgatae* [3]

Chez Witelo , un Latin aussi , mais habitant de Pologne , et maître - ès - art lecturant à l'Université de Padoue vers 1262 1268 , dans sa lettre Philosophique *De causa primaria paenitentiae in hominibus et de natura daemonum* , Ibn al - Haytham est nommé : *Haycen filius Hucayn filii Haycen* et son oeuvre s' appelle *De aspectibus*[4] Une appellation assez semblable al Ḥasan ben al-Ḥosain ben al Haiṯam se trouve aussi dans le traité *Maqāla fī al - Ḍaw*[5], traduit en allemand par J. Baarmann / 1882 / et en français par R. Rashed

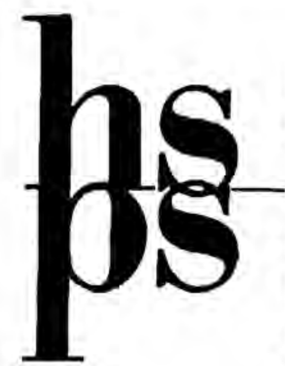
* Institut de l'Histoire des Sciences , Académi Polonaise de la Science . Ulica Budziszynska 14 am . 3 ; 54 - 434 Wroclaw . polska , POLOGNE .

1 . David C. *Lindberg* , *Theories of vision from Al Kindi to Kepler* . Chicago and London 1976, p . 71 .

2 . Idem , Introduction to the reprint edition Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis libri septem , nunc primum editi . Eiusdem liber de crepusculis et nubium ascensionibus . Item Vitellonis Thuringopoloni libri X, instaurati , figuris novis illustrati atque aucti infinitisque erroribus, quibus antea scatebant , expurgati a Federico Risnero , Basileae 1572 , Johnson Reprint Corporation New York London 1972 , p . VI - VII .

3 . Roger Bacon De multiplicatione specierum , The Opus maius of Roger Bacon , edited with introduction and analytical table by John Henry Bridges , Vol . II , oxford 1897 , p. 410 .

4 . Witelonis De causa primaria paenitentiae in hominibus et de natura daemonum edidit Georgius Burchardt , in : Jerzy *Burchardt* , *" List Witelona do Ludwika we* LwÓwku Śląskim. Problematyka teoriopoznawcza , kosmologiczna i medyczna " , *Studia Copernicana* , vol . XIX , Wrocław 1979 , p . 172 ,497 - 498 .



Historical
Studies in
the Physical
and
Biological
Sciences

A journal of the intellectual and social history of the physical sciences and experimental biology since the 17th century

Subscriptions: Individuals, $26; Institutions, $58
Single issues: Individuals, $14; Institutions, $30
Send orders to: University of California Press, Journals Division, 2120 Berkeley Way #5812, Berkeley, CA 94720-5812
FAX MC/VISA orders to: 510/642-9917
E-mail: journals@ucop.edu
http://www-ucpress.berkeley.edu/journals





Un autre livre, traduit du nabaṭéen par Ibn waḥšiyya, intitulé *Tîqânâ* (*Ṭabaqânâ* ou *Ṭabaqâtâ*) est aussi mentionné. C'est un écrit astrologique utilisé par Alphonse X. De même, dans ses trois traités, Enrique de Villena, parle d'Ibn Waḥšiyya, qu'il nomme tantôt Abenxia tantôt Abenohaxia, auquel il attribue le livre de la *Philaha ciaptia Mayer* et *Philahaptia* (= *Agri cultura caldea*)[29].

Ġâyat al - ḥakîm emprunte à l' *Agr.nab*. l'essentiel d'un long développement sur la confection des talismans[30], où les vertus des trois règnes de la nature sont longuement décrites. Cette partie a eu beaucoup de succès auprès des magiciens du Moyen âge, en orient comme en Occident.

Charriant les survivances de la magie hellénistique, *Ġâyat al - ḥakîm*, dont l'auteur dit avoir utilisé 224 ouvrages[31], puise dans l' *Agr. nab*. les restes de l'hellénisme astrolâtre, tel qu 'il a survécu tardivement dans des cités mésopotamiennes comme Ḥarrân.

Disons, pour finir, que l'*Agr. nab*. a été une des sources fondamentales, en Andalousie, non seulement dans le domaine de l'agriculture et de la botanique, mais aussi dans le domaine de l'activité intellectuelle et de la philosophie, à tel point qu'un philosophe et théologien comme Maïmonide (m. 1204) n'hésite pas à s'y référer à plusieurs reprises dans son *Guide des égarés*[32]. Que dire d'Ibn Haldûn qui, dans sa *Muqaddima*, considère l' *Agr. nab*. comme un ouvrage grec traduit en arabe, et lui consacre plusieurs paragraphes[33] ? Une recherche approfondie dans les écrits de l'époque devrait permettre de confirmer l'impact exercé par cet ouvrage sur les intellectuels andalous à partir du XI^{e} siècle.

29. Cf. *Tres tratados*, éd. J. Soler, in *Revue Hispanique*, 41 / 1917, pp. 137 - 185, 204 sq.
30. Cf. texte arabe, pp. 350 - 396 ; trad allemande, pp. 366 - 402.
31. M. Plessner, *Die Stellung des Picatrix*, *loc. cit*, p. 322.
32. Ed. et trad. française de Salomon Munk, Paris 1856 - 66 ; cf. III, 220 ; 231 sqq. ; 281 ; 291 sq. ; 294. il n'y voit qu'un livre d'idolâtrie et de magie et met en garde ses lecteurs contre la fascination des " fables des Sabiens " et des " folies des Casdéens et des Caldéens ". En somme, il l'a vue à travers *Ġâyat al - ḥakîm* d'al - Maǧrîṭî.
33. Ed. de Slane, III, 120, trad. Rosenthal, III, 151 (Agriculture) ; III, 12 - 156 (Sorcellerie et talismans) ; III, 191 / 226 (Sciences des Lettres).

propriété littéraire n' existant pas à l'époque , il serait inexact de fonder son jugement sur l'absence de référence . Ce qui est indiscutable , c'est que l' *Agr . nab* . était devenue , pour l'époque , une source incontournable.

Signalons , enfin , que la fréquence des emprunts faits à l' *Agr . nab* . tient au fait que celle ci représente une tradition botanique différente de celle suivie par Dioscoride . Il est vrai qu ' Ibn al Bayṭâr la classe parmi les écrits botaniques récents (*muḥdaṯûn*) , au même niveau que ceux d' ar Râzî , Ibn Sînâ , al Gâfiqî , Abû Ḥanîfa d - Dînawarî , Mâsarǧawayh et d'autres botanistes et médecins . Le caractère littéral des citations, d'une part , et la reproduction de certains traitements à caractère magique , expurgé par Ibn ar Raqqâm , laisseraient entendre qu'il avait entre les mains un exemplaire complet de l'*Agr. nab* . Cependant , on trouve souvent des citations comme celle ci : al - Ġâfiqî : " L ' auteur d' *al Filâḥa* dit ... " (cf . s .*âḏariyûn*) . A noter qu' on trouve soit *al - Filâḥa* soit *al - Filâḥa n - nabaṭiyya* . on peut , alors , se demander si les citations ne sont pas prises aux auteurs dont les écrits sont dépouillés par lui.

C) Dans le domaine de la magie , c'est principalement dans *Ġâyat al ḥakîm* d'Abû Maslama Muḥammad al - Maǧrîṭî (milieu du V^e / XI^e s .)[23] qu ' apparut l' influence d' Ibn Waḥšiyya , où son nom est cité 14 fois et l'*Agr . nab.* 6 fois . Cet ouvrage , édité par Hellmut Ritter dans les *Studien der Bibliothek Warburg* [24] et traduit en allemand par H. Ritter et Martin Plessner , sous le titre : " *Picatrix* " . *Das Ziel des veisen von Pseudo Maǧrîtî* [25], a exercé une forte influence dans la culture de l' Espagne médiévale . Martin Plessner l'a bien démontré dans une contribution au IX^e Congrès International d'Histoire des Sciences , à Barcelone en 1959 [26]

Avant lui , George O. S. Darby , dans un article intitulé : *Ibn Waḥšiyya in mediaeval Spanish literatur* [27], avait signalé la présence de l' *Agr . nab* . dans un *Lapidarium* composé sur l' ordre du roi Alphonse X de Castille [28] . où il est question du sage Cehrit (= Ṣaġriṯ) et de son livre " l'Agriculture chaldéenne " .

23. et non Abû l- Qâsim Maslama b . Aḥmad al - Maǧrîtî cf . notre contribution au vol . I des *Ciencias de la Naturaliza en el - Andalus* , sous le titre : " Sciences naturelles et magie dans *Ġâyat al - ḥakîm* du Pseudo - Maǧrîtî " éd . E . García Sanchez , Grenade 1990 , 11 sqq .
24. Leipzig - Berlin , Teubner , 1933 .
25. Londres , The Warburg Institute , 1962 . *Picatrix* est le titre de la traduction latine de la *Ġâya*, faite sur l' ordre d' Alphonse de Castille en 1256 .
26. *Die Stellung des Picatrix innerhalb des spanischen Kultur* ; in *Actes du IX^e Congrès International d ' Histoire des Sciences* , Barcelone - Madrid , 1959 , pp . 312 - 24 .
27. *Isis* , 33 / 1941 , pp . 433 - 38 .
28. Ed . par J. M. Montaña , Madrid 1881 ; cf *fol* . 1^b . Sur ce *Lapidaire* , cf . M . Ullmann . *Die Natur , op . cit* . , *124 sq* .

élagua l'*Agr . nab* . en faisant tomber tout ce qui ne relevait pas de l'agriculture, dans un ouvrage intitulé : *Hulâṣat al iḫtiṣâṣ fî ma ᶜrifat al ciwā wa- l ḫawâṣṣ* , et cela sur l'ordre de l'un des émirs naṣrides de Grenade , vraisemblablement Abû l Ǧuyûs Naṣr ,qui régna de 708 à 713 / 1309 1314 , lequel demanda que l'on débarassât l'ouvrage de tout ce qui était d'origine païenne[22].

Cet abrégé commence par une table des matières référant au corps du texte . L'auteur réunit , dans quinze *bâbs* , sous forme d'introduction , les connaissances générales en matière d'agriculture : l'eau , les changements atmosphériques , les travaux et les saisons , les vents , les pluies , les sols , les fumiers , les mauvaises herbes , les semailles , les greffes , les végétaux obtenus sans graines ni plants , l'émondation des arbres , la " masculinisation " (*tadkîr*) des arbres , les végétaux sympathiques et antipathiques (*mutawâfiqa wa mutanâfira*) , la conservation des grains , des fruits et des légumes . Suivent les noms des plantes dans l'ordre des *bâbs* de l'*Agr . nab.*, pour la première partie (selon la division du ms . de Leyde) , et, dans le désordre , pour la seconde partie , et surtout avec de nombreuses omissions, particulièrement parmi les noms étrangers translittérés .

on ignor quel impact a pu exercer cette *Hulâṣa* qui semble clôturer la fertile époque que connut la littérature géoponique en Espagne .

b) Dans le domaine de la botanique , du fait que l'*Agr . nab .* traite de toutes sortes de plantes florales , maraîchères , alimentaires , médicinales (environ 160) , et de toutes sortes d'arbres (environ 80) , sans compter les plantes et arbres agrestes , il était difficile de ne pas y recourir . L'auteur qui s' en est le plus servi en Andalousie , c'est Ibn al Bayṭâr (m . 646 / 1248) , notamment dans son *K . al - Ǧâmi ᶜ li mufradât al adwya wa l aġdya* , où plus de 260 sources ont été dépouillées . Parmi ces sources , l'*Agr . nab .* occupe une bonne place . Toutes les plantes ayant une vertu médicinale et alimentaire sont reproduites , sauf celles déjà mentionnées dans Disocoride et Galien , lesquels sont les premières sources d'Ibn al Bayṭâr (cf . I , 1) . Cependant , parfois , la donnée d' *al Filâḥa* figure en tête de l'article ; c' est le cas , par exemple , du *ǧarǧîr* (cresson) (I , 160) . Il arrive souvent que les donnnées de l'*Agr . nab .* soit prises sans indication de source ; c'est le cas, par exemple , de *ḥayy al - ᶜâlam* (II , 43) , où , après la mention du nom grec d'après Dioscoride , est fournie une description empruntée à *al Filâḥa n nabaṭiyya* , sans référence . Ce cas doit être fréquent ; on pourra en apporter la preuve après la parution de l'édition en cours. Ibn Waḥšiyya est nomm èchaque fois que la donnée fournie appartient au domaine de la magie . La notion de

22 . J'ai consulté le ms . de l'Université de Cambridge 342 (Qq . 54[2]) , 125 *fol .* , beau *nasḫî*, 23 11 . , s . d.

d'al - Ḥâǧǧ al - Ġarnâṭî [19].

Le traité qui couronne cette riche production littéraire agronomique andalouse , est celui d'Abû Zakariyyâ Yaḥyâ Muḥammad b . al - ᶜAwwâm al-Išbîlî qui vécut à la fin du VIᵉ / XIIᵉ s. et au début du VIIᵉ / XIIIᵉ s. Ce traité comprend trente cinq chapitres; il présente 585 plantes , dont 55 arbres fruitiers . C'est une vaste compilation , où l'*Agr . nab* . est citée 298 fois , à tel point qu' Ibn Ḫaldûn considère cet ouvrage comme un abrégé de l'*Agr . nab* [20]. Il cite un grand nombre d' auteurs de l'Antiquité , ainsi que ses prédécesseurs hispaniques . C'est à la fin du chapitre qu'il enregistre quelques observations personnelles . L 'édition et la traduction en castillan de J. A . Banqueri , parues à Madrid en 1802 , et la traduction française de J. J. Clément Mullet , parue à Paris entre 1864 et 1867 , l'ont fait largement connaître en Occident [21]. Il a été traduit en turc (Ms . Bayezit , Veliyuddîn 2534) et en ordu (I II / 1926 32).

Avec Ibn al - ᶜAwwâm , on se rend bien compte de l'impact exercé par l'*Agr. nab* . sur l'agriculture andaluse dans son ensemble . Une étude analytique comparative permettra d' en apporter la preuve ; cela ne sera possible qu' après l'établissement des index et la publication du texte . En attendant , l' analyse que fait J. J. Clément - Mullet du *K. al filḥâ* d'Ibn al- ᶜAwwâm démontre l'ampleur de cet impact (I , 18 sqq).

Au début du siècle suivant , Abû Muḥammad b . Ibrâhîm al Awsî , connu sous le nom d'Ibn ar - Raqqâm (m. le 21 *ṣafar* 715 / 27 . 5 .1315) ,

19 . Ms , Paris 4764 , *fol* 64 161 , décrit par J.M. Millás Vallicrosa in *al - Andalus* 20 / 1955, 103 sq . La matière de son livre a servi à Ibn Luyûn at - Tuǧîbî (m . 750 / 1349 pour son *urǧûza* sur l'agriculture intitulée : *K. Ibdâʾ al - malâḥa wa - inhâʾar - raǧâḥa fî uṣûl* ṣinâᶜat al filâḥa (voir à ce sujet H . L. Fleischer , *Uber Ibn Loyon's Lehrgedicht vom spanisch - arabischen Land - und Gartenbau* , in *Kleinere Schriften* ; III , Leipzig 1888 , pp 187 - 198) .

20 . Cf . éd . de Slane , III , 166 (*faṣl* VI , n° 90) ; trad . Rosenthal , III , 151 . J. Vallvé , in *al - Qanṭara* , III / 1982 , p. 264 , lui attribue également *al Filâḥa n - nabaṭiyya* ! Le chiffre de 298 citations est donnée par Clément - Mullet , I , 79 .

21 . Cf . E. Meyer , *Geschichte der Botanik* , III , II , 215 - 52 , C . C . Moncada publia et traduisit le *bâb* sur l'émondation de la vigne , in *Actes du VIIIᵉ Congrès International des orientalistes* , Stockholm 1889, vol . II , Leyde , 1893 , pp . 215 - 257 . L'Abbé Grégoire , " Essai historique sur l'état de l'agriculture en Europe au XVIᵉ s. " , *ap* . Olivier de Serres, *Théatre d' agriculture et mesnage des champs* , nov . éd . , Paris 1804 , I , P . XCV , parle d'une traduction de l'*Agricultura del Cucemi* (Quṭâmâ, le troisième auteur de l'*Agr . nab* .) du castillan en espagnol en 1626 . Sur les sources cités par Ibn al - ᶜAwwâm , cf. M . Ullmann , *Die Nature - und Geheimwissenchaften im Islam* , *Handbuch der Orientalistik* , I . Abt . , Er , VI , 2 . Abschnitt , Leyde - Cologne , 1972 ,P. 447 sq .

Son disciple Ibn Wâfid (m. 460 / 1068) compila un Maǧmûᶜ sur l'agriculture , traduit en castillan et publié par José Maria Millás Vallicrosa [14], où des auteurs anciens qu 'on retrouve dans les écrits suivants sont cités . Six ans plus tard (en 466 / 1073) , Ibn al Ḥaǧǧâǧ al - Išbîlî écrivit son livre intitulé *al- Muqniᶜ fî l- filâḥa* , édité à ᶜAmmân en 1982 [15], où réapparaissent les noms cités par Ibn Wâfid. Trente noms étrangers sont cités comme étant ses sources , parmi lesquels ne figure pas celui d'Ibn waḥšiyya . La raison me semble être le fait qu'il utilise essentiellement le *De re rustica* de Lucius Junius Moderatus Columelle , comme j'ai tenté de le démontrer dans l'article cité précédemment (n. 12) .

Un autre Sévillan , Abu l- Ḫayr al - Išbîlî . qui vivait probablement à la même époque . a laissé un *K. al - Filâḥa* [16], dont le contenu est assez semblable à celui d'Ibn al - Ḥaǧǧâǧ . Comme ses prédécesseurs il cite des noms d'auteurs grecs et la matière est souvent empruntée aux *Géoponiques* et à *l'Agr. nab* .

Ibn Baṣṣâl (m . 499 / 1105) , auteur d'un *Dîwân al Filâḥa* , abrégé par lui sous le titre de *K. al Qaṣd wa - l - bayân* , traduit en castillan et édité par José Maria Millás Vallicrosa et Muḥammad ᶜAzîmân [17], ne cite pas ses prédécesseurs . Il se contente de fournir les fruits de ses expériences personnelles . Un de ses contemporains , Muḥammad b Mâlik aṭ Ṭignarî [18], qui fit plusieurs séjours à Séville , profita des expériences d'Ibn Baṣṣâl qui y vivait après la prise de Tolède par Alphonse VI de Castille , en 478 / 1085 , et composa un traité d'agriculture en douze livres , intitulé *Zahrat al - Bustân wa - nuzhat al - âḏân* ; il est fréquemment cité par Ibn al - ᶜAwwâm sous le nom

14 . Cf . *al - Andalus* 8 / , pp . 281 - 332 ; *Tamûda*, 2/1954 , 87 - 96 ; 339 - 344 .
Il fut édité à Fès en 1358 / 1939 , sous le titre de *K . fî l- Filâḥa li - abî Ḫayr* al - Andalusî . par Sîdî al - Tihâmî et Muḥammad ar - Rasmûkî (cf . , à ce sujet , Garcia Gomez , in *al-Andalus* 10 / 1945 , pp. 127 - 133) .

15 . éd . Ṣolaḥ Gérard et Ǧâsir Abû Ṣafiyya , Publ . de l'Académie de la Langue Arabe de Jordanie , 1402/ 1982

16 . Ms . Paris 4764 , *fol* . 64 161 . Extraits traduits par A. Cherbonnau et éclaircis par H. Pérès, in *Bibliothèque arabe - française* , 5 , Alger 1946 ; H . Pérès , art . Abû l - Khayr al - Ishbîlî , in EI², I , 139 sq . ; J . M . Millás Vallicrosa , in *al - Andalus* , 19 / 1954 , pp. 137-42 ; 20 / 1955, pp. 101 105 .

17. Tétouan 1955 . Cf . , au sujet de cet ouvrage . les études de J. M . Millás Vallicrosa , in *Tamûda* I/ 1953 , 37 - 58 et 131 - 152 .

18 . Sur son lieu d'origine , voir E. García . in *al - Qanṭara* IX / 1988 , 1 - 11 .

d'Adam ": son histoire , sa supériorité sur les autres végétaux , ses nombreuses propriétés , ses variétés , ses multiples utilités. L'ouvrage s'achève par une rétrospective qui confère à son contenu une certaine homogénéité .

Voilà , donc , succinctement les grandes sections de cet ouvrage . Je signale que l'édition critique que j'ai préparée , est sous presse à Damas , à l'Institut Français d'Etudes Arabes . Le vol . I sortira à la fin de l'été et les vol . II et III suivront .

Passons maintenant à l'influence exercée par l'*Agr . nab* . sur la littérature géoponique , botanique et magique en Andalousie .

Signalons , d'abord , qu'en Orient , l'*Agr . nab* . n'a connu de concurrent , depuis sa traduction , que très tard . En effet , il faut attendre le VIII^{e} / XIV^{e} s. pour rencontrer une oeuvre originale sur l'agriculture , à savoir la IV^{e} partie (*fann*) du *k. Mabâhiǧ al fikar* de Gamâl ad - Dîn Maḥammad b . Yaḥyä al-Waṭwâṭ al - Kutubî (m . 718 / 1318) , où, d'ailleurs , l'*Agr . nab* . est largement utilisées , suivie de *Buġyat al fallâḥîn* du sultan yéménite al Malik al Afḍal al - ᶜAbbâs b. ᶜAlî . qui régna de 764 à 778 /1363 1376 ; R . B . Serjeant en prépare l'édition . Le troisième traité oriental qui mérite mention , est *ᶜAlam al- malâḥa fî ᶜilm al - falâḥa* , une compilation de caractère pratique, faite en 1137 / 1715 par ᶜAbd al - Ġanî n Nâbulsî , à partir d'un grand traité qui avait été composé par Raḍî d - Dîn al ᶜÂmirî (m . 935 / 1529) .

A noter que les écrits géoponiques traduits du syriaque , du grec ou du pehlevi , tels la *Synagogé* de Vindanios Anatolios de Berytos , le *K . al Filâḥa* attribué à Apollonios de Tyane , les *Geoponica* de Cassianus Bassos Scholasticus , sont restés d'un usage très limité, en égard au petit nombre de manuscrits qui en ont subsité [12].

Par contre , en Andalousie , *al Filâḥa n - nabaṭiyya* eut très tôt de nombreux concurrents , dont la plupart l'ont bien connue et largement utilisée. Elle a servi dans trois domaines scientifiques importants : l' agriculture , la botanique et les sciences occultes .

a) Dans le domaine de l'agriculture , déjà Abû l- Qâsim az - Zahrâwî (m. vers 400/1009)composa un *Muḫtaṣar kitâb al- filâḥa* [13]. Quel livre a t- il abrégé ? Le seul traité arabe existant à l'époque était *l'Agr . nab* . ; serait elle ce livre abrégé ? Seule une étude du manuscrit permettrait une réponse à cette question .

12 . Sur ces traductions , voir notre article intitulé : " Traductions en arabe d'écrits géoponiques ", s. presse à Grenade .

13 . Ms . Paris 5754 , *fol* . 152 - 186 ; Alger ; 1550 , 2 , *fol* . 154 - 180 .

exploitation agricole d'après l'Agriculture nabaṭéenne " [9]

VI Plantes légumineuses et graminées : 29 céréales , 5 oléagineuses, 5 autres plantes à grains sont étudiées .

VIII - Un traité de phytobiologie et morphologie des plantes , où sont particulièrement étudiées : la genèse des plantes , la cause des odeurs . saveurs et couleurs [10] , la morphologie structurale et la biologie végétale.C'est un traité qui présente beaucoup d'affinités avec l'*Histoire des plantes* de Théophraste .

IX Les légumes:il s'agit ici des légumes à feuilles et fruits comestibles, la section VII ayant étudié les légumes à oignons , rhizomes , grains, etc . 71 plantes y sont étudiées .

X - La vigne . Un grand traité en six chapitres .

XI Les arbres . Cette section comprend quatre parties: a) généralités sur les arbres et les plantes agrestes ,b) les arbres fruitiers (41 variétés sont exposées) . c) les arbres forestiers (36 variétés sont étudiées) . d) La greffe des arbres .

XII - L'*Ars Magna* (*al Fâ'ida l-kubrä*) : dans cette section sont étudiées les causes des plantes , leur genèse , l'imitation par l'homme de l'oeuvre de la nature (*tawlîdât*) , la génération artificielle , la formation de l'*homonculus* . L'accent est mis sur les possibilités de transmutation entre les trois règnes de la nature , particulièrement entre l'animal et le végétal . Ce chapitre contient de nombreux éléments qu'on retrouve dans le corpus jâbirien [11]. Ce qui me confirme dans l'idée que la traduction de l'*Agr . nab* . a dû se faire dans le cadre de l'Ecole alchimique fondée par Jâbir b. Ḥayyân .

XIII - Un long traité consacré au palmier - dattier , appelé " soeur

9 . 32 / 1970 , 109 - 128 (Memorial Schacht) . A ce traité j'ai consacré une étude parue dans les *Recueils de la Société Jean Bodin* (Congrès de Varsovie) , vol . XLI , sous le titre : La communauté rurale dans *l'Agr. nab* " . , Paris 1983 , pp. 475 - 504 . Le calendrier des travaux agricoles , qui fait partie de cette section , a été présenté dans les Mélanges du P . Pareja *(Orientalia Hispanica* , I , pp . 245 - 272) .

10 . J'ai consacré trois études sur les odeurs , saveurs et couleurs:

a) " Genèse et cause des odeurs d'après l'*Agr. nab* . " , in *Mélanges d'Islamologie dédiés à la mémoire d'A. Abel* , II, Bruxelles 1976 , pp. 183 198 (*Correspondance d' Orient* , n° 13) .

b) " Genèse et cause des saveurs d'après l'*Agr . nab* . , in *Revue de l'Occident Musulman et de la Méditerranée* . 13 - 14 /1973 , pp . 319 - 329 .

c) " Genèse et cause des couleurs d'après *l'Agr nab*". , in *Islamwissen- schaftliche Abhandlungen* (Mélanges Fritz Meier) , Wiesbaden , F. Steiner , 1974 , pp. 78- 95 .

11 . Cf. , à ce sujet , l'oeuvre magistrale de Paul Kraus : *Jâbir b ḥayyân Contribution à l' histoire des idées scientifiques dans l' Islam , I- II, Le Caire 1943 (Mémoires présentés à l'Institut d'Egypte* , t . 44 - 45) .

un ensemble de caractère essentiellement agronomique et technologique . Ces excursus ne représentent qu'une partie infime de l'ensemble (à peine 5 %) . Malgré cela , c'est eux qui ont fait classer l'ouvrage tantôt parmi les écrits païens magiques et théosophiques , tantôt parmi les ouvrages de *filâḥa* , *nabât* ou *ṭibb*.

Mis à part ces quelques excursus qui ont pour mérite , d'une part , de nous conserver les échos de querelles sectaires , ayant eu lieu à une époque de l'histoire de la Babylonie très mal connue de nous , et nous permettant , d'autre part , de situer historiquement et géographiquement le contexte dans lequel cette compilation géoponique a été formée , le contenu de l'ouvrage est essentiellement agronomique , botanique et médical .

Voilà , donc , pour la partie historique , sans laquelle il nous aurait été difficile d'apprécier , à sa juste valeur , l'apport de l'*Agr. nab* . Cet apport est essentiellement scientifique . Je l'ai présenté en détail dans ma contribution au *Handbuch der Orientalistik* , citée précédemment . Je me contente , ici , de rappeler schématiquement les 13 rubriques sous lesquelles j'ai classé la matière.

Le titre exact de l'ouvrage est : *Kitâb iflâḥ al arḍ wa iṣlâḥ az - zar*^{c} *wa- š- šaǧar wa ṯ ṯimâr wa - daf*^{c} *al - âfât* ^{c}*anhâ* , " Livre du labourage de la terre , des soins à apporter aux graines , aux plantes et aux récoltes , et de leur prophylaxie " .

Dans un avant - propos très instructif , le traducteur explique comment il a pu acquérir les écrits nabaṭéeens qu'il a traduits . Parlant de l'*Agr . nab* . , il dit l'avoir " traduite intégralement pour l'avoir bien appréciée et saisi le grand intérêt qu'elle présente ". C'est , à ses yeux , un vade - mecum de l'agriculteur.

I L'ouvrage commence par un long chapitre sur l'olivier qui appartient à Saturne , dieu de l'agriculture .

II - Suit un traité d'hydrologie en huit *bâbs* , traité que j'ai longuement analysé dans une contribution aux *Memorie de l'Accademia Nazionale dei Lincei* [7].

III - Les plantes florales odoriférantes : 10 plantes sont étudiées [8].

IV Arbres et arbrisseaux : 23 arbres à essence et arbres forestiers sont étudiés .

V Le vade-mecum de l'agriculteur.il s'agit d'un long traité que j'ai analysé dansles *Studia Islamica* ,sous le titre de : " Conduite d'une

7 . *Un traité des eaux dans al Filâḥa n- nabaṭiyya* (Hydrologie . Hydraulique agricole . Hydrologie) . in *La Persia nel Medioaevo* , Roma , Accademia Nazional dei Lincei , 1971 . 277 - 326 .

8 . dont la violette , chapitre étudié par E. Bergdolt , *in Berichte der Deutschen Botanische Gesellschaft* , 50 / 2932 . 21- 336 .

profondément certains d'entre eux , en particulier les astrolâtres de ḥarrân , vieille cité araméenne , connue à très haute époque . Néo platonisme et néo pythagorisme y ont fleuri , grâce aux écrits d'auteurs comme Porphyre , Jamblique , Proclus . Théurgie et magie font concurrence à la philosophie ; mystères , oracles et révélations forment ce qu'on peut appeler la " théosophie chaldéenne ",où l'union à la divinité devient la principale source de la connaissance .

L'*Agr . nab.* est présentée comme une " révélation " de Saturne , dieu de l'agriculture , par l'intermédiaire de la Lune , dont l'idole a parlé à plusieurs générations d'agriculteurs qui se nomment Kasdéens ou Chaldéens , astrolâtres , théurges et mystatagogues . C'est le fruit d'innombrables expériences , patiemment réunies , vérifiées , acceptées ou refusées , enseignées dans un langage plutôt parlé qu' écrit , avec des touches d'un naturel qui ne souffre pas de trucherie , avec des observations, annotations , justifications qui présentent un certain caractère historique , se rapportant manifestement à une histoire qui nous est restée jusqu'ici totalement inconnue .

De l'exposé schématique qui précède , et des nombreux critères internes analysés dans une longue contribution parue dans le *Handbuch der orientalistik*[5] , on peut conclure qu'il s'agit d'une communauté araméenne de Babylonie , dont l'ouvrage , élargi à deux époques éloignées l'une de l'autre, permet d'en connaître les doctrines , les pratiques et les techniques , sur une période allant *grosso modo* du II^{e} au V^{e} siècle de notre ère . La traduction arabe , elle , est datée de 291 / 903 .

La communauté rurale dont il est question dans l'*Agr . nab .* , avait pour centre la ville de sûrâ, centre agricole et commercial, non loin de Babylone . Aussi , les membres de cette communauté sont - ils appelés les Sûrâniyyûn . Sur le plan religieux et doctrinal , les Sûrâniyyûn se divisaient en plusieurs sectes , dont deux se heurtent fréquemment sur les pages de cet ouvrage : il s'agit des Qûqéens et des Séthiens , tous deux connus des auteurs syriaques et des spécialistes du gnosticisme[6] .

Pourtant , entre Qûqéen et Séthiens, les divergences n'étaient pas profondes:en effet, l'enseignement des deux sectes reposait essentiellement sur les " livres d' Adam" . Ils se séparaient fondamentalement sur l'origine , la nature et la modalité de l'inspiration (waḥî) d'Adam . Car , c'est le concept de "révélation " qui prédomine dans la pensée théosophique de ces sectes .

De telles données de caractère historique , sociologique et religieux proviennent d'excursus , placés au hasard ou amenés par concatenation , dans

5 . I . Abt . , VI . Band , 6 . Abschnitt , Teil I , Leyde , Brill , 1977 , pp. 276 - 377 .

6 . Cf . J. Doresse . " La gnose " , in *Histoire des Religions* , II , Encyclopédie de la Pléiade , Paris , Gallimard , 1972 , 337 sqq .

par des versions pehlevies et syriaques [3].

Ma familiarité avec le texte , depuis plus de quinze ans, dont j'ai préparé l'édition critique , actuellement sous presse , me permet de conclure que c'est le syriaque qui a servi , là , de véhicule à des éléments scientifiques et pseudo scientifiques grecs , pehlevis et hindous . Nous avons manifestement affaire à un texte traduit - le style et la langue l'attestent amplement - et la traduction du syriaque est la plus vraisemblable , vu l' affirmation du traducteur Ibn Waḥšiyya, dans l'avant - propos , et vu l'empreinte linguistique et stylistique elle- même, particulièrement dans le type d'oraisons contenues dans l'ouvrage .

Le traducteur dont l'existence est mise en doute Ibn an - Nadîm va jusqu'à dire qu'il était de la descendance de Sennachérib (705- 681 av. J. C.): *Wa hwa min wild- Sinḥārîb* - devait être un chaldéen (ou Kasdéen) de conversion récente , d'après sa généalogie , originaire de Qussīn , dans la région de Kûfa. Il dit avoir traduit " de la langue des Kasdéens en arabe" et dicté la traduction à Abû Ṭālib az Zayyât ,qui se donne pour son disciple et son sécrétaire. Nöldeke fait de ce dernier le véritable compositeur de l'écrit, Massignon voit en lui " un šîᶜite , membre d'une famille vizirale " (m.vers 340 / 951) ; il vivait au temps d'Ibn an Nadîm et serait l'arrière arrière - petit - fils d'Abū Ǧaᶜfar Muhammad b . ᶜAbd al Malik az Zayyât, vizir d'al-Muᶜtaṣim (218/ 833 - 227 / 842) et d'al - wâṯiq (227 / 842 - 232 / 847).

Voilà pour l'oeuvre et pour son traducteur . Il nous reste à préciser le milieu d'où provient cet écrit .

Renan parle d'"école nabaṭéenne" . "Cette école , précise - t - il , représente pour nous la dernière phase de la littérature babylonienne, celle qui s'étend des premiers siècles de notre ère , ou si l'on veut , de l'époque séleucide ou arsacide jusqu'à l'invasion musulmane " [4].

En effet , il faut entendre par " nabaṭéens " les groupes ethniques de langue et de culture araméennes , héritiers du grand empire néo - babylonien conquis par Cyrus le Grand en 539 av.J.- C. , puis par Alexandre le Grand en 332 . Sous les Séleucides , il y eut une renaissance de l'araméen d'empire , qui allait contribuer au renforcement du groupe ethnique chaldéen et à la formation d'une culture syriaque qui connaîtra plus tard une période d'une grande effervescence scientifique et littéraire , particulièrement avec les écoles d'Edesse, de Nisibe et de Gondeshapour .
Ces groupes ethniques ont subi , à toutes les époques de leur longue histoire , l'influence des cultures dominantes . La culture hellénistique a marqué

3 . *Bemerkungen über die nabatäishen Schriften und eine beabsichtegte Herausgabe derselben* , in *Göttinger Nachrichten* , 1857 , p . 141 sqq . ; id . . *Zur weiteren Würdigungen der Nabatäischen Schriften* . *loc . cit* . , 1861 , p . 89 sqq .

4 . *Revue germanique* , 10 / 1860 , p . 162 sq .

L ' Agriculture nabaṭéenne en Andalousie .

T. Fahd *

L' un des écrits les plus contestés du patrimoine scientifique arabe , c'est *al- Filāḥa n - nabaṭiyya* . De Quatremère (1835) qui y voyait la traduction d'un ouvrage chaldéen de l'époque de Nabuchodonosor II (605 562 av.j. - c.), à David Chwolson (1859) qui la faisait remonter au plus tard au début du XIV^e s. avant J. - C.,à Ernest Meyer (1856) qui la plaçait au I^er siècle après J. - C. , à Ernest Renan (1860) qui la situait aux III^e IV^e s. de l'ère chrétienne, en milieu sabéen et plus précisément mandéen ,à Alfred von Gutschmid (1861) qui affirmait avec force arguments que les écrits nabaṭéens n'étaient qu' une forgerie de l'époque musulmane (début du IX^e s. , en tout cas pas avant 700),à Theodor Nöldeke (1875) qui apporte de nouvelles preuves en faveur de la thèse de von Gutschmid , situant cette forgerie au début du IV^e / X^e s. , cette compilation suscita de nombreuses interrogations [1]. Du coup que lui assénèrent von Gutschmid et Nöldeke , elle ne s' est pas encore relevée; car , jusqu'à aujourd ' hui , certains orientalistes allemands , en particulier M. Ullmann , s'en tiennent à leur position . Tandis que d'autres orientalistes , comme Eilhard Wiedmann (1922) , Martin Plessner (1928) , E . Bergdolt (1932) . G. O. S. Darby (1936) plaident pour une réhabilitation d' *al - Filāḥa n - nabaṭiyya* [2].

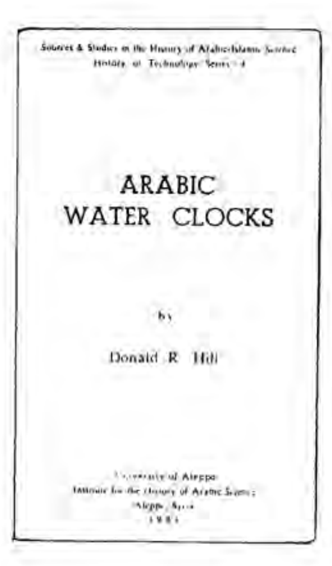
Je ne voudrais pas m'attarder sur cette question pour ne pas m'éloigner du sujet de cette contribution ; je me contente seulement de vous préciser ma position sur ce sujet , afin que la suite soit bien comprise .

Je me rallie à la thèse d' E. Renan , situant l'original de cet ouvrage aux III^e - IV^e s. de l'ére chrétienne , thèse explicitée par G. H. EWALD , en 1861 , qui écrivait que les écrits attribués à Ibn Waḥšiyya (au nombre de 5) devaient être considérés comme le résultat de remaniements et de retouches successives de matériaux scientifiques et pseudo - scientifiques antiques , conservés , amplifiés et modifiés par l'hellénisme syrien et alexandrin et véhiculé jusqu'à l'époque des traducteurs de *Bayt al - Ḥikma* , soit par des documents grecs , soit

* Université des Sciences Humaines Strasbourg . paper given at the Fifth International Symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

1 . Sur cette querelle autour de l' *Agr. nab* ., voir les détails dans notre art . sur Ibn Waḥšiyya dans la nouvelle *Encyclopédie de l' Islam* III , PP . 988 - 90 .

2 . Cf . références *loc . cit* .



Publications Dealing with Technology At the «I.H.A.S.»

- **Al - Hassan, Ahmad Y.**	A compendium of the Theory and Practice of the Mechanical Arts, by Abu al-ᶜIzz al -Razzaz al-Jazarī. US $ 48.00 .
- **Al - Hassan, Ahmad Y.**	Al - Ḥiyal, by Banū Mūsā (Mechanical Ingenious Devices). US $ 36.00 .
- **Al - Hassan, Ahmad Y.**	Taqī al - Dīn and Arabic Mechanical Engineering (Second Edition) . US $ 24.00
- **Hill, Donald**	Arabic Water Clocks (In English) US $ 12.00
- **Al - Hindī, Iḥsān**	Al - Anīq fi'l – Manājinīq, by Ibn Arunbagha al - Zaradkāsh. US $ 12.00
- **Watson, Andrew-Translated by Al- Ashqar, A.**	Agricultural Innovation in the Early Islamic World. US $ 18.00

could be converted from an undershot into an overshot wheel [49]. The passage reads as follows: [50]

> when the water which moves it is scarce they take a thick log of some ten palms in circumference by seven cubits long. They saw it into two halves and hollow out each half from one end up to half a cubit before reaching the other. Both pieces are joined and in the solid end they make a hole as wide as a donkey's hoof . They erect it over the canal so that the end which has the hole rests on the wheel[51]; the water exits forcefully (*bi'l quwwa*) through the hole in the log , strikes the teeth (*amshāṭ*) of the wheel , and mill begins to turn .

The Passage is interesting because it demonstrates that vertical mills were perceived as more efficient than horizontal ones and that local millers knew the technology . In any area like the Balearic Islands where the noria was widely implanted , all local carpenters knew how to make *dawlab / s* .

49 . Al - Qazwini , *Kosmographie* , ed . Wustenfeld , II , 381 . See comments on this mill by E . Weidemann , " Uber ein arabisches , eigentümliches Wasserrad und eine Kohlenwasserhaltige Höhle auf Mallorca nach al- Qazwini , " Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften , 15 (1916) , 368 - 370 (drawing on P . 369) ; R . J . Forbes , *Studies in Ancient Technology* , vol .II (Leiden , 1965) , p . 92 ; and Terry Reynolds ,*Stronger than a Hundred Men : A History of the Vertical Water Wheel* (Baltimore , 1983) , P . 119 .

50 . Here I follow the translation of José Alemany Bolufer , *La geografia de la Peninsula* Ibérica *en los escritos arabes* (Granada , 1921) , p . 135 , emending it from the Arabic text where the context requires .

51. Bolufer translates *rodete* which would indicate a horizontal wheel ; but the Arabic text has *dawlab* which surely indicates a vertical wheel with a horizontal axis , and that is how wiedemann draws it . Both Reynolds and Forbes give the impression that this was a standard horizontal mill convertible into a vertical overshot mill .

Repartiment of Valencia , for example , lists several hundred mills , including forty three in the huerta of Valencia alone [45]. The problem is that there is no way to tell what kind of mills these were . In the present state of knowledge , all are presumed to have been horizontal mills because there is no clear documented instance of a vertical mill , nor any archeological remains of one in the Valencia Community . The Arabs surely introduced the vertical mill in al- Andalus both for the milling of grain and for industrial uses . The vertical mill diffused northward into Castile , with the name of *aceña* (from Arabic , *sāniya*) which always denotes verticality in medieval Castilian documentation . Not only were *aceñas* semantically differentiated from horizontal mills *(molinos de rodezno)* but their geographical distribution followed a characteristic pattern , with *aceñas* located on large rivers and horizontal mills on smaller streams . owing to the different hydraulic requirements of each [46].

There is a question , therefore , of why vertical mills were apparently unknown in medieval Valencia and what was the nature of the industrial mills (for fulling , mainly) which are documented there [47]. In the huerta of Valencia , where all mills were built on irrigation canals which supplied water to them with optimal head , under controlled velocity , the solution to the need for more power was simply to add additional millstones in the same mill house ; therefore some mills had three , four or up to eight horizontal millstones all grinding at the same time , doing the work that a large vertical mill could do, but without the cost of building and maintaining gearing mechanisms . Still , although it is possible to run a trip - hammer off a horizontal wheel , the gearing is complex enough to discourage this method .

Undershot vertical mills run well on irrigation canals , but none are documented There is an interesting literary reference to an undershot mill in Waluta (probably *Adrà*) , Mallorca , another area where all of the documented medieval mills (162 of which are mentioned in the *Repartiment*) appear to have been horizontal [48]. The interest of this mill , described by al Qazwini , quoting a now lost passage from *al - Udhri* , is that when water was scarce it

45 . Vincenç , M. Rosssello , " Els molins d' aigua de l' Horta de València , "in *Los paisajes del agua* (Valencia / Alicante , 1989) , PP . 317 - 345 , on P . 319 .

46 . Luis Miguel Villar Garcia , *La Extremadura castellano - leonesa : Guerreros , clérigos y campesinos (711 - 1252)* (Valladolid , 1986) , P . 335 , note 123 .

47 . I have discussed this problem in " Molins d' aigua a l' Horta medieval de València , " *Afers* , 9 (1990) , 9 - 22 .

48 . On traditional horizontal mills in medieval Mallorca , see Miquel Barcelo " Els molins de Mayurqa , " in *Les Illes Orientals d' Al - Andalus* (Palma de Mallorca , 1987) , PP . 253 - 262 , a study of the mills mentioned in the *Repartiment* ; he does not mention *Qazwini's* mill . See also , Helena Kirchner , et al ., " Molins d' origen musulma a Banyalbufar , " *Estudis Balearics* , IV , no . 21 (June 1986) , 77 - 86 .

Table 6
Distribution of norias , Old Castile

1.	Valladolid	842
2.	Burgos	133
3.	Palencia	108
4.	Logroño	67
5.	Segovia	57
6.	Soria	52
		TOTAL 1. 259

Table 7
Distribution of norias , Andalusia

1.	Almeria	668
2.	Cordoba	647
3.	Jaén	452
4.	Granada	43
		TOTAL 1. 810

What generalizations can be drawn from these figures? *First* , there is a relationship between the relatively high density of Muslim settlement in new Castile (particularly La Mancha) , the Levant , and the Balearic islands and the incidence of norias there . *Second* , certain regions such as Catalonia and old Castile received the technique by diffusion and not via continuity with Muslim sites [43]. *Third* , the intensity of noria use in La Mancha is no doubt owing more to its peculiar hydrological circumstances (shallow and high yielding water tables) than to the density of Muslim settlement per se . Nevertheless , from archeological evidence we know that in this area the Muslims replaced a Roman canal based irrigation system with another one based entirely on wells and norias [44].

(b) Mills . In contradistinction to the case of norias , mills are heavily documented in the *Libros de repartimiento ;* because of their value to the state as taxable monopolies , none escaped the notice of the king's surveyors . The

43 . Guichard notes as an open question the significance of the diffusion of the noria well beyond areas of dense and long lived Muslim settlement ; *Les Musulmans de Valence* (note 13 , above) , I , 16 - 17 .

44 . Almudena Orejas Saco del Valle y F. Javier Sanchez Palencia " Obras hidraulicas romanas y explotacion del territorio de la provincia de Toledo , " in *El agua en zonas aridas* (note 15 above) , I , 43 - 67 , on P . 59 .

Table 3
Distribution of norias , Levant

1.	Castellon	4 ,083
2.	Valencia	2 . 000
3.	Alicante	566
4.	Murcia	503
	TOTAL	7 . 152

Table 4
Distribution of norias , Catalonia / Baleares

1.	Baleares	3 . 540
2.	Gerona	505
3.	Tarragona	387
	TOTAL	4. 432

It is interesting to note that Leon (Table 5) with 2195 norias counted ranks far ahead of the Islamic heartland of Andalusia (Table 7) , with only 1810 norias , although this total is undoubtedly too low because only figures for four provinces are provided in the survey . Even Old Castile (Table 6 ; 1259 norias) compares favorably with Andalusia , and the province of Valladolid (842 norias) ranks higher than any Andalusian province . In Leon, more than seventy per cent of all norias were located in the province of Zamora,which was a kind of transit point for the diffusion of Islamic techniques northward to the Christian heartland . The city was famed for its *aceñas (sāniya / s)* , vertical water mills located in the city of Zamora on the Duero river . It may well be that the region of Tortosa which accounts for nearly half (176) of Tarragona' s 387 norias , played a similar role in the diffusion of Islamic techniques to Catalonia .

Table 5
Distribution of norias , Leon

1.	zamora	1 . 552
2.	Leon	338
3.	Salamanca	305
	TOTAL	2 . 195

Table 1
Distribution of norias , 1918
(Rank order by Province)

1.	Ciudad Real	21.006
2.	Castellon	4 . 083
3.	Baleares	3 . 540
4.	Toledo	2 . 750
5.	Valencia	2 . 000*
6.	Zamora	1 . 552
7.	Madrid	1 . 432
8.	Caceres	1 . 010
9.	Valladolid	842
10.	Almeria	668
11.	Cordoba	647
12.	Alicante	566
13.	Gerona	505
14.	Murcia	503
15.	Jaén	452

* Estimate of reporter .

Source : Ministerio de Fomento , *Medios que se utilizan para suministrar el riego* . 2 vols . (Madrid , 1918)

Nevertheless the gross figures reveal some interesting patterns . First , the provinces of New Castile (Table 2 : Ciudad Real , Toledo , Madrid , Cuenca and Guadalajara) had by far the greatest concentration of norias , 22 , 553 , with the Levant provinces of Castellon , Valencia , Alicante and Murcia in second place with 7152 (Table3) [42]. The Levant ,of course , is a place more characterized by gravity flow irrigation in canals,whereas in La Mancha (Ciudad Real and Toledo) the preponderance of all irrigation was by noria . The third-ranked region includes Catalonia and the Balearic islands (4453;Table4).

Table 2
Distribution of norias , New Castile

1.	Ciudad Real	21 . 006
2.	Toledo	2 . 750
3.	Madrid	1 . 432
4.	Cuenca	336
5.	Guadalajara	29
	TOTAL	22 . 553

42 . The figure for Murcia seems unusually low

5 . Hydraulic Technology : Some Observations

I have written elsewhere about recent developments in the history of hydraulic technology in al-Andalus [40]. Here I wish to refer only to two techniques , the noria and the water-driven mill , in order to focus on problems of analysis and interpretation of very disparate evidence .

(a) Geographical distribution of norias . The animal powered noria was virtually ubiquitous in Spain until the completion of rural electrification in the 1940S and 50 S . Since that time , it has virtually disappeared and all that can be studied in the field are the physical characteristics and distributions of the wells to which they were attached . The noria was a technique closely identified with the Arab conquests as a medium of diffusion . In its most common form , a hydraulic wheel moved by animal traction which lifts water from a wheel by an endless chain of pots , it was probably developed in late antiquity in Egypt . The Arabs then diffused it east to Spain and west to northern India in the course of their conquests and colonization . Thus the distribution and incidence of noria sites might well be expected to correlate with density and longevity of Muslim settlement .

Therefore geographical distribution is an important consideration , inasmuch as wherever and whenever the noria was introduced on a large scale it enabled single family farming units to make the transition from subsistence to market agriculture , creating thereby a series of a small agricultural revolutions along the path of its diffusion . The *Libros de repartimiento* are disappointing when it comes to norias ; relatively few are mentioned , possibly because of their very universality . Therefore , we have no notion of the distribution of norias at the beginning of Christian settlement .

In 1918 the Ministerio de Fomento surveyed water resources throughout Spain , as a result of which norias were actually counted [41]. It is clear that the methods of counting varied from province to province and that one cannot , in each case , be sure whether all norias were counted or whether traditional (*norias arabes*) were aggregated with iron or electrified norias . Where possible I have counted animal traction norias , whether made of wood or iron. Table 1 is a rank ordering of the fifteen provinces recording the greatest number of norias . For some provinces or judicial districts (*partidos judiciales)* no figures at all are supplied for norias . Therefore when comparing provinces or regions of the peninsula it is difficult to know what exactly is being compared .

40 . Thomas F . Glick , " Regadio y técnicas hidraulicas en al - Andalus : Su difusion segun un eje Este - Oeste , " in *La caña de azucar en tiempos de los grandes descubrimientos , 1450 - 1550* (Motril , 1989) , PP . 83- 98 .

41 . *Medios que se* utilizan *para suministrar el riego* . 2 vols . (Madrid , 1918) .

practice reflected in many north African and Spanish irrigation systems [37].

4 . Two administrative models .

The Christian successor irrigation systems of the later middle ages display two models of administration , one tribal , the other municipal . The tribal model is documented directly in the case of irrigation systems in Mudejar communities where councils of elders *(shyūkh)* are depicted as making administrative decisions . In canals established by Muslims but settled wholly or mainly by Christian settlers a different administrative model had to be substituted for norms of tribal governance , because the christians , of course, lacked such structures . Thus autonomous irrigation communities were organized like craft guilds with similar officers holding authority delegated by the entire community , enforced by a structure of monetary fines , a system which was surprisingly successful at replicating tribal social solidarity and a consensual , customary system of social control in the limited domain of water allocation . The second model is found in municipally - controlled canals : typically a small town with one main canal (acequia madre) whose administration is in the authority of the town council . It is clear here that the irrigation officials are modeled after their Islamic predecessors : namely the *ṣāḥib al sāqiya (Çavacequia)* in medieval Aragon and Valencia) , the *amīn al - mā ' (alami* of Elche and Novelda) or , in Andalusia , the *qāḍi al ma (alcalde de las aguas* , in Castilian) [38].

In Christian medieval practice , the models tended to become blurred and the *séquiers acequieros* in autonomous and municipally controlled systems had very similar attributes : they had (like all dependencies of the *qaḍā')* unipersonal jurisdictions and could impose fines summarily for all but major offenses . To return to Muẓaffar and Mubārak , they could not have split a jurisdiction in the huerta of Valencia ; each must have been ṣāḥib of one *sāqiya* . The alternative , some kind of centralized irrigation bureau set up ephemerally by the Amirids , would have been extremely atypical , for as we have noted , control of irrigation in al - Andalus was local . Although the evidence we have for irrigation in al Andalus is mostly of an inferential nature , archeological evidence supports this picture and no documentary evidence contradicts it . The nature of post - conquest Christian institutions has direct bearing on its Islamic predecessor because of the ultra - stable nature of this kind of institution . Post - conquest evidence can therefore be used as if it were an archeological artifact [39].

37 . *Ibid .* , P . 80 .

38 . Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , PP . 198 - 206 .

39 . Glick , " Sentido arqueologico " (note 26 , above) .

rather give " norm and form " to local custom . Thus Muhammad's stricture that the right to water is not unlimited for any individual but extends only to the watering of a field to the depth of the irrigator's ankles no doubt reflects a customary norm and not his *ad hoc* invention [31]; this *ankle rule* , incidentally , is current in customary irrigation in southern Spain , an inheritance of Islamic custom , in this case . Likewise , the fact that Umar, when establishing land values for the *Kharāj* used different criteria for rating lands and crops in parts of Syria and Iraq , may reflect not only his own fiscal concepts but , more likely , preexisting legal structures , reflecting provincial law in the Byzantine and Sassanid empires [32]. Mawardi states that Umar took into consideration four ways in which crops received water . But tax codes in antiquity had not only taken such distinctions into account but used them in order to encourage irrigation , as in the laws of Diocletian (fourth century A.D.) which some authors have portrayed as a stimulus to the diffusion of norias [33] .

Some further particulars may be gleaned from the *Nawāzil* of al Wansharisi , a collection of *fatwas* by a fifteenth-century Algerian jurisprudent , reflecting Andalusi practice [34]. Two of the *fatwas* deal with the issue of priorities of water right and in each case al - Wansharisi invokes the very widespread and ancient principle or Roman (and other) law that antiquity (of possession) creates the right (the *first in time , first in right* principle of *prior appropriation*) . In one case , hadith is cited , but no doubt this is an instance of a Muslim sanction applied to an old and universal principle [35]. Another decision relates to whether a *waqf* may sell rights to excess water that it does not need . Wansharisi says it may [36]. This decision may well have as its referent the particular hydrological situation of certain areas of North Africa and Spain where the alienation of water is customary (wherever water is distributed by unit of time) ; such a principle could not be applied generally because in systems (which I have called *Syrian* on the model of the allocation principle of the Barada river in the Ghuta of Damascus) where water is distributed with no measure of time , even usufruct cannot be alienated . A final example deals with the form of irrigation turns . Here Wansharisi in fact invokes customary , not Islamic , law when he observes that by consensus *(ijmā'a)* irrigation turns proceed from top to bottom , that is , from the head of the canal to the tail , a

31 . Al - Mawardi , *Les statuts gouvernementaux (Ahkam al - Sultaniyya)* , E . Fagnan , trans . (Algiers , 1915) , P . 158 .

32 . *Ibid* . , PP . 312 - 315 .

33 . John Peter Oleson , *Greek and Roman Mechanical Water - Lifting Devices : The History of a Technology* (Toronto , 1984) , P . 379 .

34 . Lucie Bolens , " L'irrigation en al - Andalus : Une société en mutation , analyse des sources juridiques (Les ' Nawazil ' d ' al - Wansharisi) , in *El agua en zonas aridas* (note 15 , above), I , 71 - 94 .

35 . *Ibid* . , PP . 80 , 84 .

36 . *Ibid* . , P . 79 .

measurement units (e.g .,Valencian *fila* ; Arabic *Khaiṭ*) [27]. To map them would make possible not only comparative study but also the reconstruction of systems for which there is no Islamic period documentation . The creation of such a linguistic atlas would not be difficult because questionnaires could be circulated through the irrigation bureaus of ministries of agriculture in the various countries in question .

3 . Water Law .

The formal law of water , whether Roman , Islamic or any other , encodes widespread traditional norms and practices which were fairly standard , common to all civilizations of antiquity and widely diffused throughout the Mediterranean basin.Specific practices in Islamic Spain and North Africa , however , may be presumed to represent not norms of Islamic law but rather those of Late Roman Provincial Law which in Crone's conception refers to non-Roman law or , rather Roman law with inflections or modifications reflecting the customary practices of the indigenous communities of the Roman empire [28]. Problems of interpretation here are massive , inasmuch as such regional variations are thinly documented . Two examples of this kind of problem will suffice . First is the much commented Latin inscription at Lamasba (Ain Merwana , Algeria) , which records an irrigation turn at a military colony which most likely embodies the practice of local Berber irrigators , with some patina of Roman law on top of it (but that patina might just have consisted in the formalization of in writing of a customary practice [29]. Second , is the ethnographic study of traditional Berber irrigation systems in the Atlas and anti-Atlas which establishes the priority of upstream irrigators over those downstream which contravenes the norms both of Roman riparian law *and* of Islamic water law [30]. Here is an appropriate example of the persistence of provincial custom which differs considerably from the wider systems of legal norms in which they were implanted .

It seems quite clear that certain provisions of *ḥadīth* or *shari'a* relating to water law reflect not the momentary whim of the Prophet or a Caliph , but

27. On Arabisms in Spanish irrigation terminology , see Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , PP. 217 - 229 .
28 . Patricia Crone , *Roman , Provincial and Islamic Law : The Origins of the Islamic Patronate* (Cambridge , 1987) , especially PP . 1 , 15 .
29 . Brent D. Shaw , " Lamasba : An Ancient Irrigation Community , " *Antiquités Africaines* . 18 (1982) , 61 - 103 ; Miquel Barcelo , " La questio de l'hidraulisme andalusi , " in *Les aigues cercades* (note 16 , above) , PP. 9 - 36 , on P . 16 ; and Thomas F. Glick , " Las técnicas hidraulicas antes y después de la conquista , " in *En torno al 750 aniversario : Antecedentes y consecuencias de la conguista de Valencia* , 2 vols . (Valencia , 1989) , I . 53 - 71 , on PP. 62 - 63 .
30 . Glick , " Sentido arqueologico " (note 26 , above) , P . 167 .

of the settlement of a water dispute on the Palancia river in 1223 [22]. There are also quite a few documents from late medieval Granada which survive in Spanish translations made directly after the conquest of 1492 [23]. Some additional material of a notarial nature survives in Arabic documents of late medieval Mudejars [24]. Historical , geographical and even literary sources provide diffuse materials , some of which is surprisingly interesting and most of which is difficult to interpret because we are dealing mainly with anecdotes whose technical context is not provided . For example , Ibn Bassam claims to quote *a philosopher* (possibly *Aristotle* , according to Vernet) on the biophysics of the testicles which , the philosopher says , function like to counterweights helping to keep the body in equilibrium , just like *the weights which hang from the gates placed in irrigation canals , which open when there is a lot of water and close if there is only a little ; if one cleaves too much , more weight is placed on the other* [25]. The hydraulicist seeking to interpret this passage has little to go on , except that , in a general sense , all manner of devices were used to ensure that currents of irrigation water maintain their traditionally-established proportionality . These homespun devices of traditional technology rarely appear in formal treatises .

8 . Geographical distribution of technical terms . Elsewhere I have remarked that the creation of a linguistic Atlas of irrigation terms in the Islamic world (after the fashion of the Linguistic Atlas of Andalusia) would be a powerful tool in the interpretation of irrigation history [26]. Certain terms , widely distributed throughout the Islamic world . establish the historical filiation of the practices represented as well as suggesting the routes of their diffusion . In particular , the terms for irrigation turn , which in Spain are all Arabisms (e. g , *dula* , Arabic *dawla* ; *ador* , Arabic *daur* ; *martava* , Arabic , *martaba*), record specific families of operating procedures . The same is true of

22 . See Glick *Jrrigation and Society in Medieval Valencia* , pp . 198 - 199 .

23 . As examples , see the sixteenth century spanish translations of fourteenth century Arabic documents relating to the division of the Abrucena river reproduced by Manuel Espinar Moreno . " Reparto de las aguas del rio Abrucena (1273? 1420 . " *Revista del Centro de Estudios Historicos de Granada y su Reino* , 2nd epoch ,1 (1987) . 69 - 94 , on pp 89 - 94 .

24 . For example ,Angel Gonalez Palencia , " Notas sobre el regimen de aguas en la region de Veruela en los siglos XII y XII , " *Al - Andalus* , 10 (1945) , 79- 88 .

25 . Cited by Juan Vernet , " Perdígon : Los conocimientos de un hombre culto en la Zaragoza del siglo XI " (typescript) .

26 . Thomas F. Glick , "El sentido arqueologico de las instituciones hidraulicas.Regadio bereber y regadio español , " in *II Jornadas de Cultura Islamica* (note 18 , above) , pp . 165 171, on p. 170 .

does not tell us anything about the fine structure of the social organization of water . For this we must have access to documentation about the *operating procedures* whereby water was distributed to irrigators . In the methodology which I follow , it is understood that such procedures embody the social values and economic priorities of the irrigators (and , more broadly , of societies and cultures) . Some groups will choose a very efficient manner of distributing water , while others prefer distribution that , while not as efficient as possible , will ensure equity or justice in apportionment . In general terms , equity loses out to efficiency as climates become more arid and water is scarcer [19]. Certain kinds of documents permit this kind of analysis :

4 . *Inquests* . There is some documentation in which Muslim irrigators are asked by christian officials for details concerning the nature of water allocation arrangements . The most detailed is that of Gandia (1244) in which allocation of river water among various settlements is specified [20].

5 . *Litigation* . In court cases from the fourteenth and fifteenth centuries (in the kingdom of Valencia , for example) , irrigators gave testimony as to the nature of operating procedures of their communities and canals . The testimony of Muslim irrigators was , in certain areas , particularly valued because it was felt that they had access to the oldest (and therefore the most legally valid) information [21].

6 . *Ordinances of irrigation communities or procedures of the municipally administered canals (as recorded in municipal ordinances)* . such medieval ordinances may or may not faithfully reflect practice in Islamic times . Although ordinances provide detailed information about operating procedures, the administrative model underwent a significant change , as I will discuss below .

7 . *Arabic sources* . very few survive . One of the most useful is the record

19 . Noted by many students of irrigation , beginning with Jean Brunhes'classic comparative study of irrigation systems in southern Spain and North Africa (*L'Irrigation , ses conditions géographiques , ses modes et son organisation dans la péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord* , Paris . 1902) .

20 . Roque Chabas , *Distribucion de las aguas en 1244 Y donaciones del término de Gandia por D. Jaime I* (Valencia , 1898) .

21 . On the use of litigation documents to reconstruct the operating procedures of irrigation systems , see Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , passim . on the testimony of Mudejar irrigators , Glick . "Hidraulica i politica hidraulica a la Gandia de Joanot " , in press .

the *Libros de Habices* which provide some information on the distribution of irrigation water [15].

2 . Archeological inspection of irrigation systems (mainly abandoned ones) . Archeological research is of obvious importance for the study of the physical properties of hydraulic systems , not only when physical structures such as qanats [16]. canals and mills are concerned , but also in evaluating the role of irrigation in a given community judged by the layout of the system of dams, canals and fields . Based on the methods of " *extensive archeology* " , for example , Barcelo has formulated interesting hypotheses comparing hydraulic layouts in feudal catalunya with those in Islamic Almeria [17].

3 . place names may sometimes furnish important information regarding the social allocation of water . Therefore the distribution of water through secondary feeders to settlements with Beni - names in places like Murcia and Gandia have been taken as evidence for a tribal model of water allocation[18].

Archeological and toponymic evidence , however , just like the land registers .

15 . Certain properties are specified as having so many hours or minutes an irrigation turn , or *dula*, although how such turns were actually organized can not be guessed on the basis of this documentation . See Manuel Espinar Moreno , Thomas F.Glick and Juan Martinez Ruiz, " El término arabe *dawla* " turno de riego " , en una alqueria de las tahas de Berja y Dalias : Ambroz (Almeria) , in *El agua en zonas aridas* , 2 vols . (Almeria ,1989) , I , 123 - 141 .

16 . On *qanats* , see *Les aigües cercades (Els qanat (s) de l'Illa de Mallorca* (palma , 1986) ; and Miquel Barcelo *et al* . , " Arqueologia : La Font Antiga de Crevillent : Ensayode descripcion arqueologica , " *Areas : Revista de Ciencias Sociales* (Murcia) , 9 (1988) , 217 - 231 .

17 . The mill is located at the heads of waterworks in catalunya , with the irrigation canals coming as a kind of afterthought; while in Almeria, the irrigation of fields comes first , and the mill is the last served . See Miquel Barcelo , " La arqueologia extensiva y el estudio de la creacion del espacio rural " in Barcelo , ed . , *Arqueologia medieval : En las afueras del " medievalismo "* (Barcelona , 1988) pp . 195 - 274 , on pp . 236 - 242 . According to Barcelo , the layout reflects the preeminence of communitarian values in al - Andalus and of feudal values in Catalonia . The hypothesis is interesting , but it occurs to me that such arrangements might well have hydraulic rationales as well : in arid regimes like those of Almeria , characterized by irregular flow and torrential rains , an exposed mill would run the risk of physical damage ; by locating at the end of a canal system , risk of damage is minimized and the controlled flow of water that millers prize is more assured .

18 . The phenomenon was first noted by Pedro Diaz Cassou , *La huerta de Murcia* (Murcia,1887), pp . 157 158 . The research was repeated by Julio Caro Baroja , " Regadios y agnaciones . " in *II Jornadas de Cultura Islamica . Teruel 1988* (Madrid , 1990) , pp . 161 164 , a curiously dated article which cites no recent work on spanish irrigation systems . On Murcia , André Bazzana and Pierre Guichard , " Irrigation et Société dans l'Espagne orientale au moyen age" , in *L'Homme et l'eau en Méditerranée et au Proche Orient* , J Metral and p. Sanlaville , eds . (Lyon , 1981) , pp. 115 140 , on PP. 128 - 130 .

with the labour force of fellahin who were necessary to keep them in good order [12]. In contrast, Guichard marshals evidence in support of quite a different picture: that of decentralized communal irrigation systems which hardly supports a Wittfogelian interpretation, as I have mentioned above [13].

Wittfogel is important not so much because of his global theories of political organization but rather because, first, he provides a ready made framework for comparative analysis, even places *within* the Islamic world which includes irrigated regions representing different kinds of climatic situations from arid, to semi - arid, to temperate. Secondly, Wittfogel focuses the problem of irrigation on its social and political requirements and organization. It takes ecological adaptation (which involves necessarily the application of technology) as the starting point both for the elaboration of a typology of social organization and as a means to explain cultural and social change [14]. It legitimizes in a very broad context the historical study of irrigation and hydraulic technology.

2. Evidence for the study of irrigation in Islamic spain

In general, because of the lack of pertinent documentation, irrigation systems of al - Andalus can only be studied either from documents of the christian middle ages, after the conquest, which may record institutional or technical features inherited from the Muslims, or by archeological study of irrigated sites. One set of evidence pertains mainly to the gross economic structure of irrigated areas and of agricultural society in general, but has little to say regarding the social distribution of water although certain hypotheses may be generated. This includes :

1. Land registers. The *Libros de repartimiento* (Catalan, *repartiment*), which were registers of grants to christian settlers of properties formerly owned by Muslims, provide a glimpse of the structure of property holdings on the eve of the christian conquest, the division between irrigated and unirrigated lands, and the presence (or absence) of hydraulic devices, in particular mills. In the case of Nasrid Granada, there are inventories of *waqf* properties, called

12. Fernand Braudel, *The Mediterranean and the Mediterranean World in the Age of Philip II*, 2 vols. (New York, 1972 - 73), I, 75.

13. *Pierre Guichard, Les musulmans de valence et la Reconquête (XIe - XIIIe siècles)*, 2 vols. (Damascus, 1990 - 91), I, 228 - 232, commenting on Goody, *Evolution of the Family and Marriage in Europe*.

14. See Jacinta palerm Viqueira, "Sistemas hidraulicos y organizacion social, "Symposium on Hydraulic Systems, Modernization of Agriculture and Migration ,Toluca (Mexico), 1991 (typescript). Palerm points out (p. 8) that Wittfogel distinguishes between " unicentric" complex societies, such as those of pre - classical antiquity, where irrigation generated despotic forms of government and pluricentric societies where a variety of political and social structures were generated.

first kings of that Taifa state . But we have no notion whatever of what that jurisdiction entailed , although I will hazard a guess below [8].

When the christians conquered al Andalus , according to Wittfogel , the institutional divide was crossed again , returning the country to the modes of governance typical of pastoral social organization . Again , some of the gross features of post reconquest Spanish polity and economy fit wittfogel's preconceptions , for example the predominance of the Mesta or sheepherders guild , a symbol of the *replacement of labor intensive irrigation farming by labor - extensive cattle breeding*[9] .

Here Wittfogel's sources , practically limited to Julius Klein's study of the Mesta[10] and the outdated nineteenth - century accounts of Laborde and Prescott, are not the best . We now know , for example , that irrigated areas such as the Campo de Cartagena were in fact converted to dry farming and herding and canals actually filled in . But such evidence is in fact atypical .The Christians began their occupation of al-Andalus by compiling huge land registers , the *Repartimientos* a typical agro managerial instrument[11]; and even though the fragmentation of jurisdictions so characteristic of feudal governance made coordination in hydraulic matters extremely difficult , the royal authority in the kingdom of Valencia was able to mount in the Acequia real del Jucar an irrigation system far more extensive than any canal system surviving from Islamic times . Therefore , it is possible to make a case for crossing the institutional divide but with Wittfogel's terms reversed , whereby a decentralized society with a tradition of fairly independent local rural economic units was replaced by a feudal society , but one with strong tendencies towards centralization of power in the monarchy which , in the crown of Aragon in particular , was stimulated by the revival of Roman law .

Recently Wittfogel's view has reoccurred in a polemic over the social organization of rural al - Andalus , in this case , the Valencian region , or sharq al- Andalus generally . The anthropologist Jack Goody , applying a Wittfogel style model to Islamic Spain assumes the servile condition of peasantry in irrigated areas , a construction that Pierre Guichard associates with Braudel's dogmatic notion that *In Spain the traveller passing from the secanos to the regadios —from the dry to the irrigated zones- left behind a relatively free peasant to find a peasant slave. Spain had inherited all the great irrigation net- works from the Moslems after the Reconquest , taking them over intact along*

8 . See Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , p . 198 .

9 *Oriental Despotism* , p . 218 .

10 . Julius Klein , *The Mesta : A study in Spanish Economic History , 1273 - 1836* (1920) (Port Washington , Ny , 1964) .

11 . Wittfogel notes the importance of agromanagerial instruments such as the Domesday Book , the great land register of Norman England (*oriental Despotism* , pp . 213 - 214) , without noting the parallelism between it and the *Libros de Repartimiento* .

Aprotoscientific system of irrigation and gardening was supplemented by an extraordinary advance in the typically hydraulic sciences of astronomy and mathematics. Contemporary feudal Europe could boast of no comparable development[5].

Wittfogel's sources were quite old but worthy for the times . For general information he depended in great measure on Dozy , although he had more appropriate sources for the finer points : on appointed officials and mercenary army , Andalusi chronicles reproduced in Spanish translation by Sanchez Albornoz , as well as the discussion of Lévi provençal ; on Andalusi agronomy , astronomy and mathematics , Aldo Mieli's *La science arabe* (1938). Nor has this picture substantially changed : if anything , Crone's view of tribal militias replaced rather early , and precociously in al Andalus with respect to the Islamic East , by a non tribally - based military organization , lend credence to Wittfogel's view of state organization typical of *oriental despotism* [6]. Historians of science , of course , have further develobed the extraordinary history of the exact sciences in al - Andalus , especially astronomy , which is the hydraulic science par excellence in Wittfogel's view because of the need for calendrical calculations that bureaucrats as well as farmers require in order to maximize their scarce water resources . The Andalusi agronomical school created a highly distinctive body of literature , some of which (notably the treatise of ibn al -ʿAwwām) was oriented towards irrigation agriculture .

Nevertheless , Wittfogel's view of Andalusi society is deformed by the nature of the sources on which it rests , namely palatine chronicles and the products of high scientific culture . In fact there is no evidence of any wide scale hydraulic works directed by an agromanagerial bureaucracy . There was nothing like an Iraqi *dīwān al mā'* ñ Indeed the heartland of the caliphate, the *campiña de Cordoba* , was a wheat - growing area , unirrigated . The results of archeological studies of irrigated areas in eastern and southern Spain are consistent with Samir Amin's *tributary model* (which is in a sense agro managerial in Wittfogel's sense but then so is almost any centralized tax system) , but the irrigation systems themselves appear to have been highly localized and administered either by tribes , by autonomous communities of irrigators not necessarily tribal , or by municipal administrations , with no regional , much less imperial linkages among them [7]. The only exception to this general picture are the mysterious *ṣagāliba* , Muẓaffar and Mubārak , who ascended from the office of *wakālat al - ṣāgiya* of Valencia to become the

5 . *Ibid* . p . 215 .

6 . Patricia Crone , *Slaves on Horses : The Evolution of the Islamic polity* (Cambridge , 1980) , pp . 75 , 255 note 577 .

7 . This view of irrigation systems serving communitarian interests (even ahead of economic ones) is promoted by Guichard , Barcelo .

Despotism (1957) . His general conclusion was that through a process of environmental stimulus and institutional response , hydraulic societies developed a distinctive kind of despotic regime (a more finely defined version of Marx's model of *Asiatic society* characterized by *agro- managerial bureaucracies* , as well as by religions with complex priestly classes , the development of science , in particular astronomy and mathematics which were needed to analyze the hydrological cycle, and other characteristic social , institutional and cultural forms .

To establish a context for the present discussion , I wish to give a brief synopsis of what Wittfogel had to say , not about antiquity , but rather about Islamic civilization in historical times . Following Adam Mez , Wittfogel concentrated on the ʿAbbasid empire , noting :

> The number and variety of the great hydraulic areas that for shorter or longer periods lay within the jurisdiction of the Baghdad caliphate : Egypt , South Arabia , Babylonia , Persia (northeast and south Transoxania and Afghanistan) . All these areas posed *great irrigation problems* , and the Arab sources note both the technological means and the numerous personnel required to solve them [1].

The section of Mez that Wittfogel cites here is one that deals mainly with the organization of irrigation in ʿAbbasid Persia , in particular the *dīwān al - mā'* of Marw [2], a large bureaucratic office with ten thousand employees overseeing a huge system of dams and canals.[3]

Wittfogel also discussed Islamic Spain , in a section devoted to *agricultural civilizations crossing the institutional divide*, By this he meant various historical cases of societies that pass from one stage of human social evolution to another as when non- hydraulic pastoral societies become hydraulic societies . Spain provided Wittfogel with an excellent historical laboratory in which to test his hypothesis[4] .When Spain of the pastoral, sheep - herding Visigoths was conquered by the Muslims it became,in Wittfogel's view .

> " a genuine hydraulic society , ruled despotically by appointed officials and taxed by agromanagerial methods of acquisition . The Moorish army , which soon changed from a tribal to a *mercenary* body , was as definitely the tool of the state as were its counterparts in the Umayyad and Abbassid caliphates .

1 . Wittfogel , *oriental Despotism* (New Haven , 1957) , p . 167.

2 . Mez , *El renacimiento del Islam* (Madrid , 1936) , pp . 533 540 , especially pp. 534 535 .

3 . See also Claude Cahen , "Le service de l' irrigation en Iraq au début du XIe siècle . " *Bulletin d'Etudes Orientales* (Damascus) , 13 (1949 50) , 117 143. For similar institutional arrangements , Ann K . S. Lambton , " The Regulation of the waters of the zayande Rud , " *Bulletin of the School of oriental studies* , 9 (19xx) , 663 - 674

4 . *Oriental Despotism* , pp . 214 - 219 .

Irrigation and Hydraulic Technology in Islamic Spain : Methodological Considerations

Thomas F. Glick*

While a discussion of the history of irrigation systems may seem at first glance tangential to the concerns of a meeting on the history of science and technology , I will argue here that irrigation agriculture taken as a whole has obvious technological ramifications . Obviously the development and diffusion of the physical appurtenances of irrigation systems , such as dams , canals, aqueducts , *Qanats* , siphons and so forth fall within the domain of technological history as do lifting devices from the Archimedes screw and the shaduf to the current - and animal driven norias . Noria technology is related to that of milling , which also falls within our discussion . But I would also add that the legal and institutional arrangements by which water is distributed for use in irrigation canals and for mills is no less a technology , because such arrangements have a direct impact upon the human use of a natural resource, water , and any kind of mediation between society and natural resources is , by definition , a technology . Emphasis on machinery and physical objects may cause us to forget that the history of technology is the history of technical ideas, whether those ideas are put into effect through physical objects and processes or through social and institutional mechanisms . (Thus , different modes of allocating water affect the efficiency with which water is used for agriculture.) In this broader sense , the history of technology is very close conceptually to the history of science and to the history of ideas generally .

1 . Hydraulic Societies

Irrigation and hydraulic technology may be approached at a number of levels , from the general to the particular . At it's most general , there is the old , but still pertinent (particularly in Middle Eastern history) debate over the role of irrigation in the origin of civilizations and the nature of social and political organization in so-called *hydraulic societies*. Social theorists of the past century (Hegel first , and then Marx) and anthropologists of the present (Gordon Childe and Julian Steward were the most important theorists) noted the relationship between the bureaucratic requirements of water management (both irrigation and flood control) in arid regions and the origins of the high civilizations of antiquity (Assyria , Babylonia , Egypt , the valleys of the yellow and Indus rivers and , in the new world , Mexico and Peru) . The political and social ramifications of such hydraulic civilizations were then theorized by Karl Wittfogel , a non - orthodox Marxist , in a famous book titled *oriental*

* Boston University . Paper given at the Fifth International symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol . 11 : PP . 3 - 19 .

ISSN 0379-2927

Journal for the History of Arabic Science

Editors

AHMAD Y. AL-HASSAN *Canada*
KHALED MAGHOUT *(I.H.A.S) Aleppo, Sryia*
ROSHDI RASHED *C.N.R.S., Paris, France*
SAMI CHALHOUB *(I.H.A.S) Aleppo, Syria*

Assistant Editor

MOUSTAFA MAWALDI *(I.H.A.S) University of Aleppo, Syria*

Editorial Board

ABDUL-KARIM CHEHADE *(I.H.A.S) Aleppo, Syria*
SAMI K. HAMARNEH *Yarmuk University.-Jordan*
AHMAD Y. AL-HASSAN *Canada*
DONALD HILL *London, U.K.*
E. S. KENNEDY *NJ, U.S.A*
KHALED MAGHOUT *(I.H.A.S) Aleppo, Syria*
ROSHDI RASHED *C.N.R.S., Paris, France*
A. I. SABRA *Harvard University, U.S.A*
SAMI CHALHOUB *(I.H.A.S) Aleppo, Syria*
FAISAL AL-RIFA^c^I *(I.H.A.S) Aleppo, Syria*

Advisory Board

SALAH AHMAD *University of Damascus, Syria*
ADEL ANBUBA *Beirut, Lebanon*
MOHAMMAD ASIMOV *Tajik Academy USSR*
ZUHAIR AL-BABA *University of Damascus, Syria*
TOUFIC FAHD *University of Strasbourg, France*
NASHA'AT HAMARNEH *University of Damascus, Syria*
ALBERT Z. ISKANDAR *Wellcome Institute, U.K.*
SHUNTARO ITO *University of Tokyo, Japan*
SALMAN KATAYE *Paris, France*
DAVID KING *(I.H.S) Frankfurt Germany*
JOHN MURDOCH *Harvard University, U.S.A*
REGIS MORELON *C.N.R.S., Paris, France*
RAINER NABIELEK *Humboldt Universität, Germany*
SEYYED HOSSEIN NASR *Temple University, U.S.A*
DAVID PINGREE *Brown University, Island, U.S.A*
A. RAHMAN *New Delhi, India*
GEORGE SALIBA *Columbia University, N.Y., U.S.A*
JULIO SAMSO *University of Barcelona, Spain*
G. M. SCHRAMM *Tübingen University, Germany*
FUAT SEZGIN *(I.G.A.I.W.) Frankfurt, Germany*
RENE TATON *IUHPS, Paris, France*
JUAN VERNET GINES *University of Barcelona, Spain*
HANS WUSSING *Karl-Sudhoff-Institut Leipzig, Germany*
ADOLF YOUSCHKEVITCH *Academy of Sciences, USSR*

Miss Shaza FUSTOUK & Mustafa SHĪKH ḤAMZAH Participated in the preparation of this issue.

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (I.H.A.S), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (I.H.A.S). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science.*

ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Vol. 1 (1977), Vol. 2 (1978), Vol. 3 (1979), Vol. 4 (1980), Vol. 5 (1981), Vol. 6 (1982)
Vol. 7 (1983), Vol. 8 (1984), Vol. 9 (1991), Vol. 10 (92 - 93 - 1994),
Vol. 11 (95 - 96 - 1997), $ 30.00 (each).

Postage expenses are not included.

Copyright by the Institute for the History of Arabic Science.

Aleppo University Press
Printed in Syria

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE

a

b

. 11
os.
& 2
97



University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo, Syria